



Diogo Alexandre Silvino Inácio

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Contributos para a melhoria da eficiência de uma linha de produção da indústria automóvel

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Coorientadora: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos
Arguente: Professora Doutora Susana Carla Vieira Lino Medina Duarte
Vogais: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso
Engenheiro Fernando Joaquim Venâncio Pinéu



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

março de 2016

Diogo Alexandre Silvino Inácio

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**Contributos para a melhoria da eficiência de uma linha de
produção da indústria automóvel**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Coorientadora: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos
Arguente: Professora Doutora Susana Carla Vieira Lino Medina Duarte
Vogais: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso
Engenheiro Fernando Joaquim Venâncio Pinéu

março de 2016

Contributos para a melhoria da eficiência de uma linha de produção de indústria automóvel

Copyright © 2016 Diogo Alexandre Silvino Inácio, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Uma primeira palavra de agradecimento às Professoras Ana Paula Barroso e Virgínia Helena Machado, orientadora e coorientadora desta dissertação, pela simpatia, disponibilidade, e o apoio no desenvolvimento deste projeto.

Um agradecimento a todos os docentes com quem trabalhei, de Licenciatura e de Mestrado, do curso de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Ao Fernando Pinéu por me ter recebido e permitido desenvolvimento deste projeto, integrado-me na equipa de Engenharia Industrial e Sistema de Produção.

A toda a equipa de Engenharia Industrial e Sistema de Produção da *Volkswagen* Autoeuropa, pelo apoio prestado, incentivo e amizade. Em particular ao Jorge Martins e ao Luis Rêgo, pela ajuda e apoio prestado desde o primeiro dia.

Aos meus amigos e colegas de faculdade, que em muito contribuíram para o que sou hoje.

À minha família pelo apoio, motivação e incentivo.

Aos meus tios maternos, pelas palavras e grande apoio que desde sempre demonstraram.

Aos meus pais, ao meu irmão, ao meu sobrinho e à minha afilhada aos quais dedico este trabalho.

Resumo

A instabilidade das economias gera muita incerteza nas entidades produtoras, que têm de encontrar soluções que lhes permitam subsistir e competir no mercado globalizado dos dias de hoje, um mercado com uma ampla oferta de produtos e serviços.

No ano de 2015, a produção automóvel em Portugal reduziu em 3% comparativamente ao ano anterior. As fábricas do setor automóvel, cada vez mais definem políticas de longo prazo com o intuito de garantir a “sustentabilidade da sua produção”. É fundamental em uma indústria bastante competitiva, como a do setor automóvel, que as entidades produtoras definam estratégias que possam tornar o seu processo de produção o mais eficiente possível, i.e., produzir produtos com a mesma qualidade, consumindo o mínimo de recursos possíveis.

A aplicação de metodologias para o estudo das operações nos postos de trabalho de uma linha de produção, têm demonstrado ser uma mais-valia, visto ser possível determinar o tempo de operação padrão do posto de trabalho, definir o processo de trabalho ou sugerir melhorias que possam aumentar o índice de produtividade e as condições de trabalho do operador.

O estudo desta dissertação é alicerçado no *Methods-Time Measurement – Universal Analyzing System* (MTM-UAS), uma metodologia que determina o tempo necessário para um operador executar uma sequência de operações no posto de trabalho. O estudo é desenvolvido em vários postos de trabalho de duas áreas de produção de uma fábrica de produção automóvel: a Área de Montagem e a Área de Expedição do produto final. Assim, foi possível criar folhas de trabalho padronizado para cada posto de trabalho, definir o tempo padrão de operação para cada posto de trabalho, comparar os tempos de operação com o tempo de ciclo da linha de produção e é também proposta uma redistribuição do processo de produção para cinco postos de trabalho da Área de Montagem.

Sugere-se para a Área de Montagem a redução dos atuais onze postos de trabalho por turno (vinte e dois por dia de produção) para nove postos de trabalho por turno (dezoito por dia de produção). Com esta proposta é possível um ganho da produtividade parcial do trabalho de 18,2% e a linha de produção têm um aumento parcial da sua eficiência de 12%, em cada turno de trabalho. Por razões de confidencialidade não é referido o benefício financeiro desta proposta, referindo-se apenas, que é na ordem das centenas de milhares de euros. Para a Área de Expedição não são propostas quaisquer alterações para os postos de trabalho analisados.

Termos chave: linha de produção, posto de trabalho, carga do posto de trabalho, balanceamento, produtividade, eficiência

Abstract

Economy instability creates a lot of uncertainty across producing entities, which have to find solutions that allow them to survive and compete in today's global market which offers a wide range of products and services.

In 2015, car production in Portugal decreased 3% compared to the previous year. The automotive industry tends to define long-term policies in order to ensure a sustainable production. In a highly competitive industry, such as automotive, it is crucial to define strategies that allow plants to make their production process as efficient as possible with the aim of producing with the same quality, consuming the least possible resources.

The study of operations in a production line, have proven to be an asset for organizations, since it is possible to determine the workstation standard time, set the work process or suggest improvements can increase the productivity index and the working conditions of the operator.

The study of this thesis is founded on Methods-Time Measurement - Universal Analyzing System (MTM-UAS), a methodology that determines the time required for an operator to perform a sequence of operations in a workstation. The study was developed in various workstations of a car production plant: the Assembly Area and the Expedition Area. Thus, it was possible to create standard worksheets for each workstation, set the standard operating time for each workstation as well as compare the operating times with the production line cycle time.

It is suggested to the Assembly Area to reduce the current eleven workstations per shift (twenty-two per production day) to nine workstations per shift (eighteen per production day). With this proposal it is possible to achieve a gain of 18,2% for a partial productivity in Assembly Area and the line production has a partial increase in their efficiency of 12%, in each work shift. For confidentiality reasons the financial benefits of this proposal are not mentioned, referring only, that figure is in the hundred thousands of euros. In regard to the Expedition Area were not propose any changes to workstations analyzed.

Keywords: production line, workstation, workload, balancing line, productivity, efficiency

Índice de Matérias

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura	5
Capítulo 2 – A Filosofia <i>Lean</i> e a Produção	7
2.1. O Paradigma da Produção Industrial	7
2.1.1. Produção e Sistema de Produção	8
2.1.2. O Conceito de Produtividade	10
2.1.3. O Setor Industrial em Portugal	11
2.2. Fundamentos da Filosofia <i>Lean</i>	12
2.2.1. Origem, História e Definição da Filosofia <i>Lean</i>	12
2.2.2. Princípios do <i>Toyota Production System</i>	15
2.2.2.1. <i>Just-in-time</i>	16
2.2.2.2. <i>Jidoka</i>	17
2.2.2.3. <i>Kaizen</i>	18
2.2.2.4. <i>Heijunka</i>	19
2.2.2.5. Gestão pela Qualidade Total	20
2.2.2.6. Gestão de Recursos Humanos	20
2.2.2.7. Fatores Humanos	21
2.2.3. Os Tipos de Desperdício	21
2.2.4. Vantagens e Barreiras à Implementação da Filosofia <i>Lean</i>	22
2.2.5. Ferramentas e Metodologias da Filosofia <i>Lean</i>	24
2.3. Linhas de Produção	26
2.3.1. <i>Takt Time</i> e Tempo de Ciclo	27
2.4. Sistemas de Tempos Pré-determinados ou <i>Methods-Time Measurement</i>	29
2.4.1. MTM-1	32
2.4.2. MTM-SD (<i>Standard</i>)	33
2.4.3. MTM-UAS (<i>Universal Analyzing System</i>)	33
2.4.4. MTM-MEK (<i>Unit and small series production</i>)	33
2.4.5. MTM Logística	34
2.4.6. O MTM, o <i>Lean</i> e a Ergonomia	35
2.4.7. Posicionamento do MTM	35
2.4.8. Evitar desperdícios	36
2.5. Síntese do Capítulo	38
Capítulo 3 – Caracterização do Caso de Estudo e Diagnóstico	39

3.1.	A Indústria Automóvel no Mundo-----	39
3.2.	A Indústria Automóvel em Portugal-----	40
3.3.	A Volkswagen Autoeuropa-----	42
3.3.1.	A História-----	42
3.3.2.	Área de Engenharia Industrial e <i>Lean Management</i> -----	43
3.3.3.	O Processo Geral de Produção-----	45
3.4.	A Metodologia de Estudo-----	48
3.4.1.	Os Sete Elementos do MTM – UAS-----	51
3.4.1.1.	Pegar e Posicionar-----	51
3.4.1.2.	Posicionamento Adicional de Objetos-----	52
3.4.1.3.	Manuseamento de Meios Auxiliares-----	54
3.4.1.4.	Operar Equipamentos-----	54
3.4.1.5.	Ciclos de Movimento-----	55
3.4.1.6.	Movimentos do Corpo-----	56
3.4.1.7.	Controlo Visual-----	56
3.5.	Aplicação da Metodologia na Produção Automóvel-----	57
3.5.1.	Estudo de Postos de Trabalho na Área Produtiva de Montagem-----	57
3.5.1.1.	Apresentação Detalhada do Estudo Para o Posto de Trabalho A-----	58
3.5.1.2.	Apresentação dos Resultados dos Outros Postos de Trabalho-----	71
3.5.2.	Estudo de Postos de Trabalho na Área Produtiva de Expedição-----	71
3.5.2.1.	Apresentação Detalhada do Estudo Para o Posto de Trabalho EA-----	73
3.5.2.2.	Apresentação dos Resultados dos Outros Postos de Trabalho-----	79
3.6.	Síntese do Capítulo-----	79
Capítulo 4 –	Análise de Resultados e Propostas de Melhoria-----	81
4.1.	Análise dos Resultados do Estudo nos Postos de Trabalho da Área de Montagem-----	81
4.2.	Análise dos Resultados do Estudo dos Postos de Trabalho na Área de Expedição-----	91
4.3.	Síntese do Capítulo-----	96
Capítulo 5 –	Conclusões e Trabalho Futuro-----	99
5.1.	Conclusões-----	99
5.2.	Limitações do Estudo-----	101
5.3.	Trabalho Futuro-----	102
Bibliografia	-----	103
Anexo 1. <i>Layouts</i>	-----	111
Anexo 2. Análise justificativa das cargas de trabalho na Área de Montagem	-----	114
Anexo 3. Folhas de trabalho <i>standard</i> dos postos de trabalho da Área de Montagem	-----	143
Anexo 4. Análise justificativa das cargas de trabalho na Área de Expedição	-----	169
Anexo 5. Análise MTM-UAS do posto de trabalho A	-----	200
Anexo 6. Análise MTM-UAS do posto de trabalho B	-----	208
Anexo 7. Análise MTM-UAS do posto de trabalho C	-----	213

Anexo 8. Posto de trabalho D-----	217
Anexo 9. Posto de trabalho E -----	221
Anexo 10. Posto de trabalho F-----	225
Anexo 11. Posto de trabalho G -----	228
Anexo 12. Posto de trabalho H -----	230
Anexo 13. Posto de trabalho I -----	234
Anexo 14. Posto de trabalho J -----	240
Anexo 15. Posto de trabalho K -----	245
Anexo 16. Posto de trabalho EA -----	250
Anexo 17. Posto de trabalho EB -----	257
Anexo 18. Posto de trabalho EC -----	263
Anexo 19. Posto de trabalho EE-----	269
Anexo 20. Posto de trabalho EG -----	275
Anexo 21. Posto de trabalho EI -----	277
Anexo 22. Posto de trabalho EJ -----	281
Anexo 23. Posto de trabalho EK -----	288
Anexo 24. Posto de trabalho EL-----	293
Anexo 25. Variação da produção -----	298

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Metodologia da dissertação -----	4
Figura 2.1 – Fatores externos e internos da produção industrial -----	8
Figura 2.2 – Modelo conceitual do sistema de produção -----	9
Figura 2.3 – Volume de produção em função da variedade de produtos -----	10
Figura 2.4 – Vendas e prestação de serviços no ano de 2014, por setor de atividade -----	11
Figura 2.5 – Adaptação do modelo conceptual do <i>Toyota Production System</i> -----	16
Figura 2.6 – Fluxo de valor num sistema produção <i>Pull</i> -----	17
Figura 2.7 – Composição do trabalho antes e após um evento <i>Kaizen</i> -----	19
Figura 2.8 – Diagrama de precedências - exemplo -----	26
Figura 2.9 – Linha de produção de modelo único, mista e múltipla -----	27
Figura 2.10 – Tempo de ciclo de uma linha de produção -----	29
Figura 2.11 – Interligação dos objetivos da metodologia MTM -----	31
Figura 2.12 – Agrupamento de movimentos MTM -----	34
Figura 2.13 – Processo de melhoria contínua na aplicação do MTM a um posto de trabalho -----	35
Figura 2.14 – Posicionamento do MTM, Ergonomia e <i>Lean</i> -----	36
Figura 2.15 – Evitar desperdícios com alteração dos métodos e/ou do posto de trabalho -----	37
Figura 3.1 – Produção de veículos no ano de 2015 por região -----	40
Figura 3.2 – Produção automóvel em Portugal nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015 -----	41
Figura 3.3 – Mercado de destino da produção automóvel nacional nos anos de 2012 a 2015 -----	42
Figura 3.4 – Estrutura organizacional da <i>Volkswagen Autoeuropa</i> -----	44
Figura 3.5 – Esquematização geral do processo de produção da <i>Volkswagen Autoeuropa</i> -----	46
Figura 3.6 – Cargas de trabalho em diferentes cenários -----	61
Figura 3.7 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho A -----	64
Figura 3.8 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho A -----	65
Figura 3.9a – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho A -----	67
Figura 3.9b – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho A -----	68
Figura 3.10a – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> para o posto de trabalho A -----	69
Figura 3.10b – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> para o posto de trabalho A -----	70
Figura 3.11 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EA -----	77
Figura 3.12 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho EA -----	78
Figura 4.1 – Atuais cargas de trabalho em <i>mix</i> dos postos de trabalho da Área de Montagem -----	82
Figura 4.2 – <i>Layout</i> esquemático da proposta na estação 27 -----	85
Figura 4.3 – Proposta de cargas de trabalho em <i>mix</i> dos postos de trabalho na Área de Montagem ---	88
Figura 4.4 – Atuais cargas de trabalho para o MPV nos postos de trabalho na Área de Montagem ----	88
Figura 4.5 – Proposta de cargas de trabalho para o MPV na Área de Montagem -----	89

Figura 4.6 – Atuais cargas de trabalho para o <i>Scirocco</i> na Área de Montagem-----	89
Figura 4.7 – Proposta de cargas de trabalho para o <i>Scirocco</i> na Área de Montagem-----	90
Figura 4.8 – Atuais cargas de trabalho em <i>mix</i> dos postos de trabalho da Área de Expedição -----	93
Figura 4.9 – Atuais cargas de trabalho para o MPV nos postos de trabalho na Área de Expedição ----	95
Figura 4.10 – Atuais cargas de trabalho para o <i>Scirocco</i> na Área de Expedição -----	96
Figura A1 – <i>Layout</i> da Área de Montagem com a identificação dos postos de trabalho-----	111
Figura A2 – <i>Layout</i> da Área de Montagem com a identificação dos postos de trabalho J e K-----	112
Figura A3 – <i>Layout</i> da Área de Expedição com a identificação dos postos de trabalho -----	113
Figura A4 – <i>Layout</i> esquemático da estação 01 -----	114
Figura A5 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho B -----	116
Figura A6 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho B -----	117
Figura A7 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho C -----	119
Figura A8 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho C -----	119
Figura A9 – <i>Layout</i> esquemático da estação 02 -----	120
Figura A10 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho D -----	122
Figura A11 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho D -----	122
Figura A12 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho E-----	124
Figura A13 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho E -----	125
Figura A14 – <i>Layout</i> esquemático da estação 27 -----	125
Figura A15 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho F-----	127
Figura A16 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho F-----	128
Figura A17 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho G -----	129
Figura A18 – Carga de trabalho do MPV do posto de trabalho G-----	130
Figura A19 – <i>Layout</i> esquemático da estação 115-----	130
Figura A20 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho H -----	132
Figura A21 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho H -----	133
Figura A22 – <i>Layout</i> esquemático do posto de trabalho I-----	133
Figura A23 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho I-----	135
Figura A24 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho I -----	136
Figura A25 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho J -----	138
Figura A26 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho J -----	139
Figura A27 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho K -----	141
Figura A28 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho K -----	142
Figura A29a – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho B -----	143
Figura A29b – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho B -----	144
Figura A30 – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> no posto de trabalho B -----	145
Figura A31a – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho C -----	146
Figura A31b – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho C -----	147

Figura A32 – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> no posto de trabalho C -----	148
Figura A33a – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho D -----	149
Figura A33b – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho D -----	150
Figura A34 – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> no posto de trabalho D -----	151
Figura A35a – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho E -----	152
Figura A35b – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho E -----	153
Figura A36 – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> no posto de trabalho E -----	154
Figura A37a – Folha de trabalho <i>standard</i> para MPV no posto de trabalho F -----	155
Figura A37b – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho F -----	156
Figura A38 – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> no posto de trabalho F -----	157
Figura A39 – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho G -----	158
Figura A40a – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho H -----	159
Figura A40b – Folha de trabalho <i>standard</i> para MPV no posto de trabalho H -----	160
Figura A41 – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> no posto de trabalho H -----	161
Figura A42a – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho I -----	162
Figura A42b – Folha de trabalho <i>standard</i> para o MPV no posto de trabalho I -----	163
Figura A43 – Folha de trabalho <i>standard</i> para o <i>Scirocco</i> no posto de trabalho I -----	164
Figura A44a – Folha de trabalho <i>standard</i> do posto de trabalho J -----	165
Figura A44b – Folha de trabalho <i>standard</i> do posto de trabalho J -----	166
Figura A45a – Folha de trabalho <i>standard</i> do posto de trabalho K -----	167
Figura A45b – Folha de trabalho <i>standard</i> do posto de trabalho K -----	168
Figura A46 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EB -----	171
Figura A47 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EB -----	171
Figura A48 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EC -----	172
Figura A49 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EC -----	174
Figura A50 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho ED -----	176
Figura A51 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho ED -----	177
Figura A52 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EE -----	179
Figura A53 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EE -----	180
Figura A54 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EF -----	182
Figura A55 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EF -----	182
Figura A56 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EG -----	184
Figura A57 – Carga de trabalho do MPV para posto de trabalho EG -----	185
Figura A58 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EH -----	186
Figura A59 – Carga de trabalho do MPV para o posto de trabalho EH -----	187
Figura A60 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EI -----	189
Figura A61 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EI -----	190
Figura A62 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EJ -----	192
Figura A63 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho EJ -----	193

Figura A64 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EK -----	196
Figura A65 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EK-----	196
Figura A66 – Carga de trabalho em <i>mix</i> do posto de trabalho EL-----	199
Figura A67 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EL-----	199

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Comparação da produção em massa com a produção <i>Lean</i> -----	14
Tabela 2.2 – Definição de produção <i>Lean</i> -----	14
Tabela 2.3 – Barreiras à implementação da filosofia <i>Lean</i> -----	24
Tabela 2.4 – Métodos e ferramentas para a produção <i>Lean</i> -----	25
Tabela 3.1 – Explicação da aplicação no MTM-UAS de três códigos distintos -----	50
Tabela 3.2 – Escolha do código em função da extensão do movimento -----	51
Tabela 3.3 – Tipo de código em função do peso do objeto manuseado -----	51
Tabela 3.5 – Elemento posicionar adicional do MTM-UAS-----	52
Tabela 3.4 – Elemento pegar e posicionar do MTM-UAS-----	53
Tabela 3.6 – Exemplo de utilização de um posicionamento adicional-----	52
Tabela 3.7 – Elemento manuseamento de meios auxiliares à produção do MTM-UAS -----	54
Tabela 3.8 – Elemento operar equipamentos produtivos do MTM-UAS -----	55
Tabela 3.9 – Elemento ciclos de movimento do MTM-UAS-----	55
Tabela 3.10 – Elemento movimentos do corpo do MTM-UAS -----	56
Tabela 3.11 – Elemento controlo visual do operador no MTM-UAS-----	56
Tabela 3.12 - Exemplo de análise de operação com o MTM-UAS-----	57
Tabela 3.13 – Suboperação A10 do posto de trabalho A -----	59
Tabela 3.14 – Tempos de operação do posto de trabalho A -----	60
Tabela 3.15 – Premissas para a definição do tempo de produção -----	62
Tabela 3.16 – Tempo de ciclo da linha de produção -----	62
Tabela 3.17 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> de produção do posto de trabalho A -----	63
Tabela 3.18 – Classificação dos processos de trabalho -----	66
Tabela 3.19 – Resultados do estudo para os postos de trabalho B, C, D, E, F, G, H, I, J e K-----	71
Tabela 3.20 – Premissas para a definição do tempo de produção -----	73
Tabela 3.21 – Tempo de ciclo da área de expedição -----	74
Tabela 3.22 – Tempos de operação do posto de trabalho EA -----	76
Tabela 3.23 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EA -----	77
Tabela 3.24 – Resultados do estudo para os postos de trabalho EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK e EL -----	79
Tabela 4.1 – Novos tempos de operação do posto de trabalho B -----	83
Tabela 4.2 – Novos tempos de operação para o posto de trabalho C -----	84
Tabela 4.3 – Novos tempos de operação do posto de trabalho F -----	86
Tabela 4.4 – Síntese das cargas de trabalho atuais, da proposta e da respetiva variação-----	90
Tabela 4.5 – Postos de trabalho em equipa e individuais-----	92
Tabela 4.6 – Tempos de ciclo para os postos de trabalho da expedição-----	94

Tabela 4.7 – Resumo das cargas de trabalho para o <i>mix</i> de produção das áreas estudadas	97
Tabela 4.8 – Cargas de trabalho em <i>mix</i> para diferentes cenários produtivos	97
Tabela A1 – Tempos de operação do posto de trabalho B	115
Tabela A2 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho B	116
Tabela A3 – Tempos de operação do posto de trabalho C	117
Tabela A4 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> de produção do posto de trabalho C	118
Tabela A5 – Tempos de operação do posto de trabalho D	120
Tabela A6 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho E	121
Tabela A7 – Tempos de operação do posto de trabalho E	123
Tabela A8 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho E	124
Tabela A9 – Tempos de operação do posto de trabalho F	126
Tabela A10 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho F	127
Tabela A11 – Tempos de operação do posto de trabalho G	128
Tabela A12 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho G	129
Tabela A13 – Tempos de operação do posto de trabalho H	131
Tabela A14 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho H	132
Tabela A15 – Tempos de operação do posto de trabalho I	134
Tabela A16 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho I	135
Tabela A17 – Tempos de operação do posto de trabalho J	137
Tabela A18 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho J	138
Tabela A19 – Tempos de operação do posto de trabalho K	140
Tabela A20 – Cálculo da <i>workload</i> efetiva em <i>mix</i> do posto de trabalho K	141
Tabela A21 – Tempos de operação do posto de trabalho EB	170
Tabela A22 – Tempos de operação do posto de trabalho EC	173
Tabela A23 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EC	173
Tabela A24 – Tempos de operação do posto de trabalho ED	175
Tabela A25 – Tempos de operação do posto de trabalho EE	178
Tabela A26 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EE	179
Tabela A27 – Tempos de operação do posto de trabalho EF	181
Tabela A28 – Tempos de operação do posto de trabalho EG	183
Tabela A29 – Tempos de operação do posto de trabalho EH	185
Tabela A30 – Tempos de operação do posto de trabalho EI	188
Tabela A31 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EI	189
Tabela A32 – Tempos de operação do posto de trabalho EJ	191
Tabela A33 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EJ	192
Tabela A34 – Tempos de operação do posto de trabalho EK	195
Tabela A35 – Tempos de operação do posto de trabalho EL	198
Tabela A36 – Suboperação A1 do posto de trabalho A	200

Tabela A37 – Suboperação A2 do posto de trabalho A-----	200
Tabela A38 – Suboperação A3 do posto de trabalho A-----	201
Tabela A39 – Suboperação A4 do posto de trabalho A-----	201
Tabela A40 – Suboperação A5 do posto de trabalho A-----	202
Tabela A41 – Suboperação A6 do posto de trabalho A-----	202
Tabela A42 – Suboperação A7 do posto de trabalho A-----	203
Tabela A43 – Suboperação A8 do posto de trabalho A-----	203
Tabela A44 – Suboperação A9 do posto de trabalho A-----	204
Tabela A45 – Suboperação A11 do posto de trabalho A-----	204
Tabela A46 – Suboperação A12 do posto de trabalho A-----	205
Tabela A47 – Suboperação A13 do posto de trabalho A-----	205
Tabela A48 – Suboperação A14 do posto de trabalho A-----	206
Tabela A49 – Suboperação A15 do posto de trabalho A-----	206
Tabela A50 – Suboperação A16 do posto de trabalho A-----	207
Tabela A51 – Suboperação A17 do posto de trabalho A-----	207
Tabela A52 – Suboperação B1 do posto de trabalho B-----	208
Tabela A53 – Suboperação B2 do posto de trabalho B-----	209
Tabela A54 – Suboperação B3 do posto de trabalho B-----	209
Tabela A55 – Suboperação B4 do posto de trabalho B-----	210
Tabela A56 – Suboperação B5 do posto de trabalho B-----	210
Tabela A57 – Suboperação B6 do posto de trabalho B-----	211
Tabela A58 – Suboperação B7 do posto de trabalho B-----	212
Tabela A59 – Suboperação B8 do posto de trabalho B-----	212
Tabela A60 – Suboperação C1 do posto de trabalho C-----	213
Tabela A61 – Suboperação C2 do posto de trabalho C-----	214
Tabela A62 – Suboperação C3 do posto de trabalho C-----	214
Tabela A63 – Suboperação C4 do posto de trabalho C-----	215
Tabela A64 – Suboperação C5 do posto de trabalho C-----	215
Tabela A65 – Suboperação C6 do posto de trabalho C-----	216
Tabela A66 – Suboperação C7 do posto de trabalho C-----	216
Tabela A67 – Suboperação D1 do posto de trabalho D-----	217
Tabela A68 – Suboperação D2 do posto de trabalho D-----	217
Tabela A69 – Suboperação D3 do posto de trabalho D-----	218
Tabela A70 – Suboperação D4 do posto de trabalho D-----	218
Tabela A71 – Suboperação D5 do posto de trabalho D-----	219
Tabela A72 – Suboperação D6 do posto de trabalho D-----	219
Tabela A73 – Suboperação D7 do posto de trabalho D-----	220
Tabela A74 – Suboperação D8 do posto de trabalho D-----	220
Tabela A75 – Suboperação E1 do posto de trabalho E-----	221

Tabela A76 – Suboperação E2 do posto de trabalho E -----	221
Tabela A77 – Suboperação E3 do posto de trabalho E -----	222
Tabela A78 – Suboperação E4 do posto de trabalho E -----	222
Tabela A79 – Suboperação E5 do posto de trabalho E -----	223
Tabela A80 – Suboperação E6 do posto de trabalho E -----	223
Tabela A81 – Suboperação E7 do posto de trabalho E -----	224
Tabela A82 – Suboperação E8 do posto de trabalho E -----	224
Tabela A83 – Suboperação E9 do posto de trabalho E -----	224
Tabela A84 – Suboperação F1 do posto de trabalho F-----	225
Tabela A85 – Suboperação F2 do posto de trabalho F-----	225
Tabela A86 – Suboperação F3 do posto de trabalho F-----	226
Tabela A87 – Suboperação F4 do posto de trabalho F-----	226
Tabela A88 – Suboperação F5 do posto de trabalho F-----	227
Tabela A89 – Suboperação F6 do posto de trabalho F-----	227
Tabela A90 – Suboperação F7 do posto de trabalho F-----	227
Tabela A91 – Suboperação G1 do posto de trabalho G-----	228
Tabela A92 – Suboperação G2 do posto de trabalho G-----	228
Tabela A93 – Suboperação G3 do posto de trabalho G-----	229
Tabela A94 – Suboperação G4 do posto de trabalho G-----	229
Tabela A95 – Suboperação H1 do posto de trabalho H-----	230
Tabela A96 – Suboperação H2 do posto de trabalho H-----	230
Tabela A97 – Suboperação H3 do posto de trabalho H-----	231
Tabela A98 – Suboperação H4 do posto de trabalho H-----	231
Tabela A99 – Suboperação H5 do posto de trabalho H-----	232
Tabela A100 – Suboperação H6 do posto de trabalho H-----	232
Tabela A101 – Suboperação H7 do posto de trabalho H-----	232
Tabela A102 – Suboperação H8 do posto de trabalho H-----	233
Tabela A103 – Suboperação H9 do posto de trabalho H-----	233
Tabela A104 – Suboperação H10 do posto de trabalho H-----	233
Tabela A105 – Suboperação I1 do posto de trabalho H-----	234
Tabela A106 – Suboperação I2 do posto de trabalho I-----	234
Tabela A107 – Suboperação I3 do posto de trabalho I-----	235
Tabela A108 – Suboperação I4 do posto de trabalho I-----	235
Tabela A109 – Suboperação I5 do posto de trabalho I-----	235
Tabela A110 – Suboperação I6 do posto de trabalho I-----	236
Tabela A111 – Suboperação I7 do posto de trabalho I-----	236
Tabela A112 – Suboperação I8 do posto de trabalho I-----	236
Tabela A113 – Suboperação I9 do posto de trabalho I-----	237
Tabela A114 – Suboperação I10 do posto de trabalho I-----	237

Tabela A115 – Suboperação I11 do posto de trabalho I-----	237
Tabela A116 – Suboperação I12 do posto de trabalho I-----	238
Tabela A117 – Suboperação I13 do posto de trabalho I-----	238
Tabela A118 – Suboperação do posto de trabalho I-----	238
Tabela A119 – Suboperação I15 do posto de trabalho I-----	239
Tabela A120 – Suboperação J1 do posto de trabalho J-----	240
Tabela A121 – Suboperação J2 do posto de trabalho J-----	241
Tabela A122 – Suboperação J3 do posto de trabalho J-----	242
Tabela A123 – Suboperação J4 do posto de trabalho J-----	243
Tabela A124 – Suboperação J5 do posto de trabalho J-----	243
Tabela A125 – Suboperação J6 do posto de trabalho J-----	244
Tabela A126 – Suboperação J6 do posto de trabalho J-----	244
Tabela A127 – Suboperação K1 do posto de trabalho K-----	245
Tabela A128 – Suboperação K2 do posto de trabalho K-----	245
Tabela A129 – Suboperação K3 do posto de trabalho K-----	246
Tabela A130 – Suboperação K4 do posto de trabalho K-----	247
Tabela A131 – Suboperação K5 do posto de trabalho K-----	248
Tabela A132 – Suboperação K6 do posto de trabalho K-----	248
Tabela A133 – Suboperação K7 do posto de trabalho K-----	248
Tabela A134 – Suboperação K8 do posto de trabalho K-----	249
Tabela A135 – Suboperação EA1 do posto de trabalho EA-----	250
Tabela A136 – Suboperação EA2 do posto de trabalho EA-----	250
Tabela A137 – Suboperação EA3 do posto de trabalho EA-----	250
Tabela A138 – Suboperação EA4 do posto de trabalho EA-----	251
Tabela A139 – Suboperação EA5 do posto de trabalho EA-----	251
Tabela A140 – Suboperação EA6 do posto de trabalho EA-----	251
Tabela A141 – Suboperação EA7 do posto de trabalho EA-----	252
Tabela A142 – Suboperação EA8 do posto de trabalho EA-----	252
Tabela A143 – Suboperação EA9 do posto de trabalho EA-----	252
Tabela A144 – Suboperação EA10 do posto de trabalho EA-----	253
Tabela A145 – Suboperação EA11 do posto de trabalho EA-----	253
Tabela A146 – Suboperação EA12 do posto de trabalho EA-----	253
Tabela A147 – Suboperação EA13 do posto de trabalho EA-----	254
Tabela A148 – Suboperação EA14 do posto de trabalho EA-----	254
Tabela A149 – Suboperação EA15 do posto de trabalho EA-----	254
Tabela A150 – Suboperação EA16 do posto de trabalho EA-----	255
Tabela A151 – Suboperação EA17 do posto de trabalho EA-----	255
Tabela A152 – Suboperação EA18 do posto de trabalho EA-----	255
Tabela A153 – Suboperação EA19 do posto de trabalho EA-----	256

Tabela A154 – Suboperação EA20 do posto de trabalho EA-----	256
Tabela A155 – Suboperação EA21 do posto de trabalho EA-----	256
Tabela A156 – Suboperação EB1 do posto de trabalho EB -----	257
Tabela A157 – Suboperação EB2 do posto de trabalho EB -----	257
Tabela A158 – Suboperação EB3 do posto de trabalho EB -----	257
Tabela A159 – Suboperação EB4 do posto de trabalho EB -----	258
Tabela A160 – Suboperação EB5 do posto de trabalho EB -----	258
Tabela A161 – SuboperaçãoEB6 do posto de trabalho EB -----	258
Tabela A162 – Suboperação EB7 do posto de trabalho EB -----	259
Tabela A163 – Suboperação EB8 do posto de trabalho EB -----	259
Tabela A164 – Suboperação EB9 do posto de trabalho EB -----	259
Tabela A165 – Suboperação EB10 do posto de trabalho EB-----	260
Tabela A166 – Suboperação EB11 do posto de trabalho EB-----	260
Tabela A167 – Suboperação EB12 do posto de trabalho EB-----	260
Tabela A168 – Suboperação EB13 do posto de trabalho EB -----	261
Tabela A169 – Suboperação EB14 do posto de trabalho EB-----	261
Tabela A170 – Suboperação EB15 do posto de trabalho EB-----	261
Tabela A171 – Suboperação EB16 do posto de trabalho EB-----	261
Tabela A172 – Suboperação EB17 do posto de trabalho EB-----	262
Tabela A173 – Suboperação EB18 do posto de trabalho EB-----	262
Tabela A174 – Suboperação EB19 do posto de trabalho EB-----	262
Tabela A175 – Suboperação EC1 do posto de trabalho EC -----	263
Tabela A176 – Suboperação EC2 do posto de trabalho EC -----	263
Tabela A177 – Suboperação EC3 do posto de trabalho EC -----	263
Tabela A178 – Suboperação EC4 do posto de trabalho EC -----	264
Tabela A179 – Suboperação EC5 do posto de trabalho EC -----	264
Tabela A180 – Suboperação EC6 do posto de trabalho EC -----	265
Tabela A181 – Suboperação EC7 do posto de trabalho EC -----	265
Tabela A182 – Suboperação EC8 do posto de trabalho EC -----	265
Tabela A183 – Suboperação EC9 do posto de trabalho EC -----	266
Tabela A184 – Suboperação EC10 do posto de trabalho EC-----	266
Tabela A185 – Suboperação EC11 do posto de trabalho EC-----	266
Tabela A186 – Suboperação EC12 do posto de trabalho EC-----	267
Tabela A187 – Suboperação EC13 do posto de trabalho EC-----	267
Tabela A188 – Suboperação EC14 do posto de trabalho EC-----	267
Tabela A189 – Suboperação EC15 do posto de trabalho EC-----	268
Tabela A190 – Suboperação EE1 do posto de trabalho EE-----	269
Tabela A191 – Suboperação EE2 do posto de trabalho EE-----	269
Tabela A192 – Suboperação EE3 do posto de trabalho EE-----	269

Tabela A193 – Suboperação EE4 do posto de trabalho EE -----	270
Tabela A194 – Suboperação EE5 do posto de trabalho EE -----	270
Tabela A195 – Suboperação EE6 do posto de trabalho EE -----	270
Tabela A196 – Suboperação EE7 do posto de trabalho EE -----	271
Tabela A197 – Suboperação EE8 do posto de trabalho EE -----	271
Tabela A198 – Suboperação EE9 do posto de trabalho EE -----	272
Tabela A199 – Suboperação EE10 do posto de trabalho EE -----	272
Tabela A200 – Suboperação EE11 do posto de trabalho EE -----	272
Tabela A201 – Suboperação EE12 do posto de trabalho EE -----	273
Tabela A202 – Suboperação EE13 do posto de trabalho EE -----	273
Tabela A203 – Suboperação EE14 do posto de trabalho EE -----	273
Tabela A204 – Suboperação EE15 do posto de trabalho EE -----	274
Tabela A205 – Suboperação EE16 do posto de trabalho EE -----	274
Tabela A206 – Suboperação EE17 do posto de trabalho EE -----	274
Tabela A207 – Suboperação EG1 do posto de trabalho EG -----	275
Tabela A208 – Suboperação EG2 do posto de trabalho EG -----	275
Tabela A209 – Suboperação EG3 do posto de trabalho EG -----	276
Tabela A210 – Suboperação EG4 do posto de trabalho EG -----	276
Tabela A211 – Suboperação EG5 do posto de trabalho EG -----	276
Tabela A212 – Suboperação EI1 do posto de trabalho EI -----	277
Tabela A213 – Suboperação EI2 do posto de trabalho EI -----	277
Tabela A214 – Suboperação EI3 do posto de trabalho EI -----	278
Tabela A215 – Suboperação EI4 do posto de trabalho EI -----	278
Tabela A216 – Suboperação EI5 do posto de trabalho EI -----	278
Tabela A217 – Suboperação EI6 do posto de trabalho EI -----	279
Tabela A218 – Suboperação EI7 do posto de trabalho EI -----	279
Tabela A219 – Suboperação EI8 do posto de trabalho EI -----	279
Tabela A220 – Suboperação EI9 do posto de trabalho EI -----	280
Tabela A221 – Suboperação EI10 do posto de trabalho EI -----	280
Tabela A222 – Suboperação EJ1 do posto de trabalho EJ -----	281
Tabela A223 – Suboperação EJ2 do posto de trabalho EJ -----	281
Tabela A224 – Suboperação EJ3 do posto de trabalho EJ -----	281
Tabela A225 – Suboperação EJ4 do posto de trabalho EJ -----	282
Tabela A226 – Suboperação EJ5 do posto de trabalho EJ -----	282
Tabela A227 – Suboperação EJ6 do posto de trabalho EJ -----	282
Tabela A228 – Suboperação EJ7 do posto de trabalho EJ -----	283
Tabela A229 – Suboperação EJ8 do posto de trabalho EJ -----	283
Tabela A230 – Suboperação EJ9 do posto de trabalho EJ -----	283
Tabela A231 – Suboperação EJ10 do posto de trabalho EJ -----	284

Tabela A232 – Suboperação EJ11 do posto de trabalho EJ-----	284
Tabela A233 – Suboperação EJ12 do posto de trabalho EJ-----	284
Tabela A234 – Suboperação EJ13 do posto de trabalho EJ-----	284
Tabela A235 – Suboperação EJ14 do posto de trabalho EJ-----	285
Tabela A236 – Suboperação EJ15 do posto de trabalho EJ-----	285
Tabela A237 – Suboperação EJ16 do posto de trabalho EJ-----	285
Tabela A238 – Suboperação EJ17 do posto de trabalho EJ-----	286
Tabela A239 – Suboperação EJ18 do posto de trabalho EJ-----	286
Tabela A240 – Suboperação EJ19 do posto de trabalho EJ-----	286
Tabela A241 – Suboperação EJ20 do posto de trabalho EJ-----	287
Tabela A242 – Suboperação EK1 do posto de trabalho EK-----	288
Tabela A243 – Suboperação EK2 do posto de trabalho EK-----	288
Tabela A244 – Suboperação EK3 do posto de trabalho EK-----	288
Tabela A245 – Suboperação EK4 do posto de trabalho EK-----	289
Tabela A246 – Suboperação EK5 do posto de trabalho EK-----	289
Tabela A247 – Suboperação EK6 do posto de trabalho EK-----	289
Tabela A248 – Suboperação EK7 do posto de trabalho EK-----	290
Tabela A249 – Suboperação EK8 do posto de trabalho EK-----	290
Tabela A250 – Suboperação EK9 do posto de trabalho EK-----	290
Tabela A251 – Suboperação EK10 do posto de trabalho EK-----	291
Tabela A252 – Suboperação EK11 do posto de trabalho EK-----	291
Tabela A253 – Suboperação EK12 do posto de trabalho EK-----	291
Tabela A254 – Suboperação EK13 do posto de trabalho EK-----	292
Tabela A255 – Suboperação EK14 do posto de trabalho EK-----	292
Tabela A256 – Suboperações EL1 e EL11 do posto de trabalho EL-----	293
Tabela A257 – Suboperação EL2 e EL12 do posto de trabalho EL-----	293
Tabela A258 – Suboperação EL3 do posto de trabalho EL-----	294
Tabela A259 – Suboperação EL13 do posto de trabalho EL-----	294
Tabela A260 – Suboperação EL4 e EL14 do posto de trabalho EL-----	295
Tabela A261 – Suboperação EL5 e EL15 do posto de trabalho EL-----	295
Tabela A262 – Suboperação EL6 do posto de trabalho EL-----	296
Tabela A263 – Suboperação EL7 do posto de trabalho EL-----	296
Tabela A264 – Suboperação EL8 do posto de trabalho EL-----	296
Tabela A265 – Suboperação EL9 e EL18 do posto de trabalho EL-----	297
Tabela A266 – Suboperação EL10 do posto de trabalho EL-----	297
Tabela A267 – Suboperação EL19 do posto de trabalho EL-----	297
Tabela A268 – Diferenças de produção entre CP8 e área de expedição-----	298

Lista de Abreviaturas

ACAP – Associação Automóvel de Portugal

AICEP – Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve and Control*

FIFO – *First-in-First-Out*

INTELI – Inteligência em Inovação

INE – Instituto Nacional de Estatística

HRM – *Human Resource Management*

JIT – *Just-in-time*

JV – *Joint-venture* (nova empresa criada por várias empresas autónomas)

KPI – *Key Performance Indicator*

LP – *Lean Production*

MMAL – *Mixed Model Assembly line*

MPV – *Multi-purpose Vehicle*

MTM – *Methods-Time Measurement*

MTM-UAS – *Methods-Time Measurement - Universal Analyzing System*

MUAL – *Multi-Model Assembly Line*

NAFTA – *North American Free Trade Agreement* (tratado de livre comércio para os Estados Unidos da América, o Canadá e o México)

OICA – Organização Internacional dos Construtores Automóveis

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

PPP – Produto em processo de produção

PVP – Produto em vias de fabrico

SCI – *Volkswagen Scirocco*

SMAL – *Single Model Assembly Line*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TQC – *Total Quality Control*

TQM – *Total Quality Management*

TPS – *Toyota Production System*

VIN – *Vehicle Identification Number* (número de chassis)

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work in Progress*

Capítulo 1 – Introdução

No presente capítulo é feita a introdução ao trabalho desenvolvido, sendo feito um enquadramento ao tema abordado bem como a definição das metas e objetivos a atingir. Por fim, são apresentadas a metodologia de trabalho e a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

Com o crescente aumento da competitividade, os escassos recursos e as economias cada vez mais instáveis, as organizações têm vindo a repensar os seus processos de gestão. A gestão *Lean* é uma filosofia com o foco na identificação e eliminação de desperdícios ao longo de toda a cadeia de valor do produto, que se aplica a nível interno numa organização, bem como à sua cadeia de abastecimento. Esta filosofia produtiva é, assim, crucial para a sustentabilidade das organizações a longo prazo (Scherrer-Rathje *et al.*, 2009). O conceito *Lean* começou a ser introduzido no ocidente, no final dos anos oitenta, tendo sido um paradigma de gestão produtiva inovador que pôs em causa o sistema de produção em massa implementado até então. A produção em massa baseia-se no princípio da quantidade, a produção é empurrada ao longo de todo o processo produtivo, originando a acumulação de *stocks* de produto em vias de fabrico e de produto acabado. A produção *Lean*, pelo contrário, baseia-se no princípio do *just-in-time*, ou seja, produzir apenas o necessário e com base nas necessidades e pedidos do cliente (Liker & Morgan, 2011).

Masaaki Imai citado por Allnoch (1998) refere que é crucial implementar o paradigma *Lean* no sistema produtivo, para este, desenvolver, produzir e oferecer produtos de qualidade a um preço competitivo. Só assim as melhorias de produtividade são alcançadas via um cuidadoso e criterioso estudo do *gemba*, entendido na produção industrial como o local de produção, o chão de fábrica, onde os equipamentos funcionam, onde os operadores desempenham o seu trabalho. Imai citado por Coelho (2015) indica a importância de uma gestão estratégica, orientada para a aposta, em soluções assentes no esforço e criatividade das equipas da organização, com o combate do desperdício, seja em uma organização produtora ou em uma organização que presta um determinado serviço.

De janeiro a novembro de 2015, a produção automóvel em Portugal reduziu 3,1% relativamente ao período homólogo do ano anterior (Associação Automóvel de Portugal, 2015). Cada vez mais a indústria da produção automóvel têm como objetivo, a satisfação das necessidades do cliente, a eficiência na utilização da capacidade produtiva disponível, através da redução dos processos que não acrescentam valor, melhorando o sistema produtivo e consequentemente reduzindo custos operacionais. O desenvolvimento de estudos nos sistemas produtivos que permitam testar de modo *offline*, i.e., sem parar o normal funcionamento do sistema, soluções alternativas que permitam aos gestores observar os

resultados de diferentes soluções, constitui um fator determinante no suporte e auxílio à tomada de decisões.

A definição de uma estratégia orientada por objetivos da constante minimização de custos e maximização de benefícios, de agilidade de cumprimento dos prazos de entrega do produto ao cliente, têm como denominador comum, garantir a competitividade da organização bem como dos seus produtos. Uma organização que atue no setor da produção automóvel deve encontrar soluções que permitam aumentar a eficiência da sua produção.

Methods-Time Measurement (MTM) é uma metodologia que determina o tempo necessário para um operador executar a sequência de processos no seu posto de trabalho (International MTM Directorate, 2015). A aplicação do MTM permite que o posto de trabalho seja estudado em pormenor, sendo uma metodologia bastante utilizada em indústrias com elevados volumes de produção. Tipicamente indústrias em que: i) a produção é efetuada com repetição periódica, com base em encomendas firmes; ii) as sequências operacionais apresentam ciclos bem definidos; iii) colaboradores com formação para desempenharem as operações de trabalho (International MTM Directorate, 2015). Estas características encontram-se, por exemplo, na indústria automóvel ou eletrónica. Para ser aplicado nesses setores, foi desenvolvido o *Methods-Time Measurement – Universal Analyzing System* (MTM-UAS).

A definição do tempo ideal de operação, para os postos de trabalho diretamente ou indiretamente afetos à linha de produção, reduzindo o *off-standard* (tempo que o operador não efetua operações no posto de trabalho) e a indicação do número de operadores que são necessários para a construção de um produto, são dois exemplos, do resultado de um estudo MTM-UAS. Com a aplicação de uma metodologia que permite determinar o tempo *standard* de operação do posto de trabalho, é possível sugerir-se o número de operadores necessários às estações de trabalho, como também a correta distribuição dos processos e dos tempos de trabalho para cada posto. Com esse estudo é possível obter o gráfico de carga de trabalho do posto de trabalho e a folha de trabalho *standard*, com a descrição detalhada do processo, de acordo com a sequência de trabalho correta. Desta forma ao ser determinado pela metodologia o tempo de processo do posto de trabalho, este é fornecido posteriormente, para que as equipas multidisciplinares possam estudar possíveis modificações/alterações de produção, sendo este tempo também utilizado para elaborar custeios.

1.2. Objetivos

Esta dissertação têm como objetivos específicos: i) a análise e estudo de operações de produção efetuadas em postos de trabalho de uma fábrica de produção automóvel; ii) identificação das operações em onze postos de trabalho na área produtiva de Montagem e de doze postos de trabalho na área onde é preparado o produto já finalizado para a expedição; iii) desenvolvimento de um estudo para cada posto de trabalho ancorado na metodologia *Methods-Time Measurement – Universal Analyzing System* (MTM-UAS). Pretende-se com esse estudo, definir a carga de trabalho e a folha de trabalho *standard*

para cada posto de trabalho analisado; iv) introdução da informação no *software* de gestão de planos de produção da fábrica e v) análise dos resultados obtidos e proposta de melhorias.

Numa primeira fase, o estudo é efetuado em postos de trabalho na Área de Montagem, especificamente, em postos onde se colocam e retiram as proteções da carroçaria. Estas proteções são utilizadas para prevenção de eventuais danos passíveis de serem provocados durante as várias fases de montagem. O mesmo estudo é também feito para uma diferente área produtiva, o local onde o produto já finalizado é preparado para a expedição. Neste local de produção, são colocadas as proteções exteriores e interiores no produto, que garantem o cumprimento dos requisitos para o transporte até ao mercado de destino.

Para o desenvolvimento e análise deste estudo estabelecem-se também como objetivos: i) o contacto e comunicação com os operadores das áreas de produção alvo de análise; ii) trabalho em equipa com os colaboradores da organização com responsabilidades nos estudos MTM-UAS.

1.3. Metodologia

Para a elaboração desta dissertação, foi utilizada a metodologia apresentada na figura 1.1.

Junto do responsável da área de acolhimento da organização foi discutido e analisado o tema da dissertação. Na segunda etapa, iniciou-se uma pesquisa sobre os conceitos que serão analisados diretamente e indiretamente neste estudo, pesquisa essa, elaborada com base na consulta de revistas e jornais da área científica, livros, dissertações de mestrado e *Internet*. A terceira etapa, correspondente à observação e análise dos processos produtivos efetuados nos postos de trabalho na Área de Montagem e na Área de Expedição, com um forte diálogo e troca de ideias com os operadores e *team leaders*, para uma correta perceção do trabalho efetuado nas áreas de produção.

Segue-se a quarta etapa, com a recolha em suporte papel e em vídeo das operações de trabalho nos postos de trabalho alvo de análise. Após estas etapas, é crucial um período de aprendizagem com os colaboradores da organização, responsáveis pela análise e estudo das estações de trabalho com base na metodologia MTM-UAS. A quinta etapa, consiste precisamente na elaboração de um plano no *software* interno da organização, para a colocação de cada posto de trabalho e desenvolvimento do estudo MTM-UAS, com este estudo obtêm-se os tempos e cargas de trabalho dos vários postos de trabalho, além da folha de trabalho *standard* para cada posto de trabalho.

Na última etapa serão apresentados os resultados obtidos para os vários postos de trabalho, propostas as melhorias e referidas as respetivas conclusões.

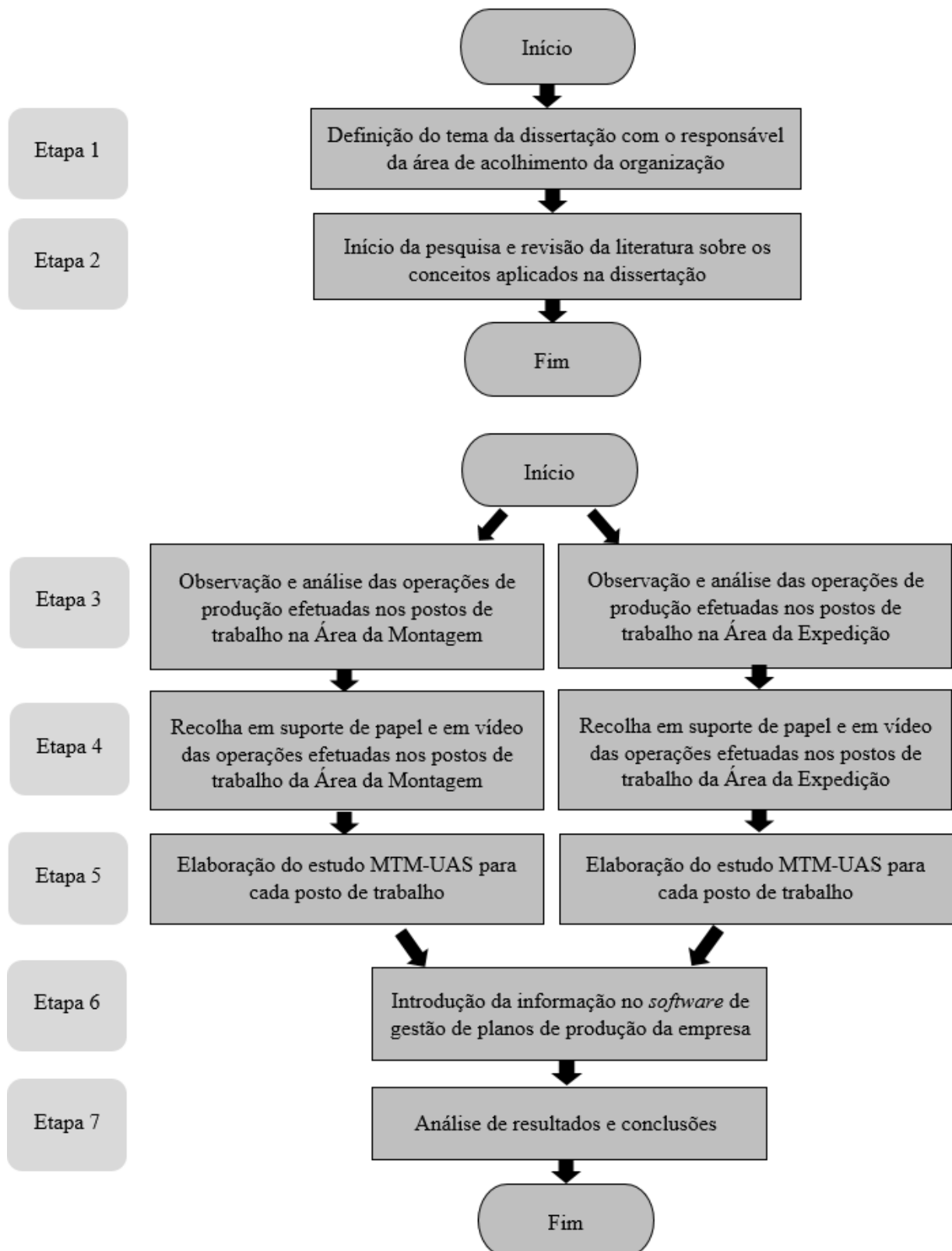


Figura 1.1 – Metodologia da dissertação

1.4. Estrutura

A presente dissertação foi estruturada em cinco capítulos: i) Introdução; ii) A Filosofia *Lean* e a Produção; iii) Caracterização do Caso de Estudo e Diagnóstico; iv) Análise de Resultados e Propostas de Melhoria e v) Conclusões e Trabalho Futuro.

No primeiro capítulo é feito o enquadramento ao tema da dissertação e apresentam-se os objetivos a atingir, a metodologia e estrutura adoptadas no seu desenvolvimento.

No segundo capítulo é feita a revisão bibliográfica acerca dos temas abordados nesta dissertação, que são especificamente, a produção industrial, a filosofia *Lean* na produção, as linhas de produção e uma breve exposição sobre os sistemas de tempos pré-determinados, particularizando-se o *Methods-Time Measurement* (MTM).

No terceiro capítulo é caracterizada a organização onde o estudo é conduzido, é feita a exposição da metodologia *Methods-Time Measurement – Universal Analyzing System* e a sua aplicação no estudo de postos de trabalho em duas áreas produtivas distintas.

No quarto capítulo são analisados os resultados para cada uma das áreas produtivas estudadas e são feitas as propostas de melhoria.

No quinto capítulo apresentam-se as conclusões e limitações desta dissertação e identificam-se oportunidades para trabalhos futuros.

Capítulo 2 – A Filosofia *Lean* e a Produção

O presente capítulo inicia com uma breve análise do paradigma da produção industrial e os fundamentos e os pilares da filosofia *Lean*. O capítulo prossegue com a referência a alguns estudos referidos na literatura no que respeita à análise de linhas de produção nos meios industriais. O capítulo é concluído com a explanação do conceito de Sistemas de Tempos Pré-determinados ou *Methods-Time Measurement* (MTM) utilizado na análise de postos de trabalho em alguns setores produtivos, em particular na indústria automóvel.

2.1. O Paradigma da Produção Industrial

A produção industrial deste século caracteriza-se pelo enorme conjunto de informações em rede, dentro e fora das organizações, com ligações a vários mercados. A transferência rápida e global de informação é ao lado da vertente económica o principal motor da mudança de toda a indústria no mundo (Westkämper, 2006 citado por Wiendahl *et al.*, 2007). É cada vez mais evidente que a era da produção em massa está sendo substituída pela era de nichos de mercado. A chave para criar produtos que possam responder à procura de uma base alargada de clientes, é um ciclo de desenvolvimento dos produtos curto, produzir com qualidade e em quantidade suficiente para satisfazer a procura. Desta forma, a flexibilidade do sistema de produção é um fator emergente e importante (Chryssolouris, 2005 citado por Wiendahl *et al.*, 2007).

Os quatro principais fatores externos à organização que influenciam a produção de todos os países industrializados são o ambiente, os fatores sociais, os mercados e a economia. Os quatro fatores internos de maior influência para a competitividade sustentável das organizações industriais são os recursos humanos, os produtos/tecnologias, os novos métodos de trabalho e as estruturas em rede (figura 2.1).

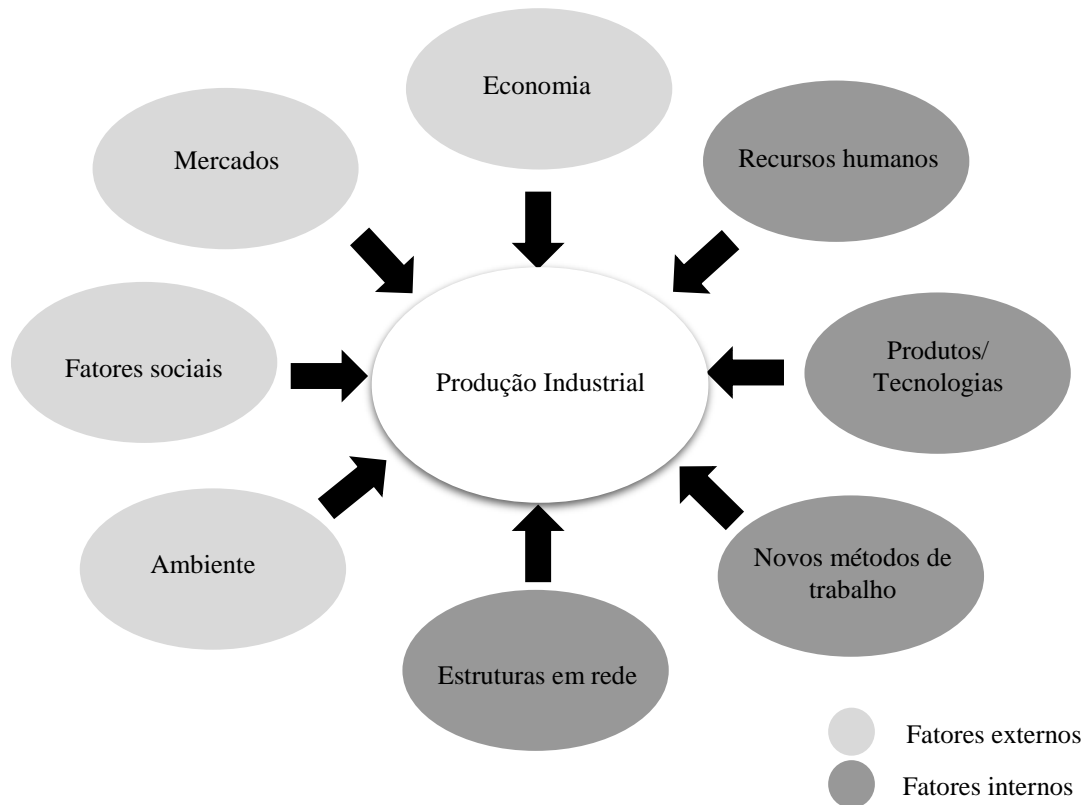


Figura 2.1 – Fatores externos e internos da produção industrial
Adaptado de: Wiendahl *et al.* (2007)

2.1.1. Produção e Sistema de Produção

Na produção japonesa existem duas palavras que têm significados muito precisos: o processo e a operação. O processo é o meio através do qual o material é transformado em produto. A operação é o trabalho ou as ações realizadas no material (para o transformar) pelos equipamentos ou pela mão-de-obra direta. Desta forma, pode dizer-se que o processo analisa o fluxo de material ou produto e a operação analisa o trabalho realizado no material pelo operador e pelo equipamento (Shingo, 1989).

Williamson (2012) refere-se à produção como sendo um processo que utiliza pessoas e equipamentos, para converter matérias-primas em produtos acabados. O mesmo autor diz ainda, que o termo produção embora seja por vezes utilizado de forma indistinta com o de fabrico, a produção é um termo mais amplo e inclui uma série de processos que não se cingem exclusivamente ao fabrico. Se os resultados da produção são um bem tangível ou um serviço intangível, ambos são criados pela conversão simples ou complexa de *inputs* em *outputs*.

A figura 2.2 representa o modelo conceptual de um sistema produtivo.

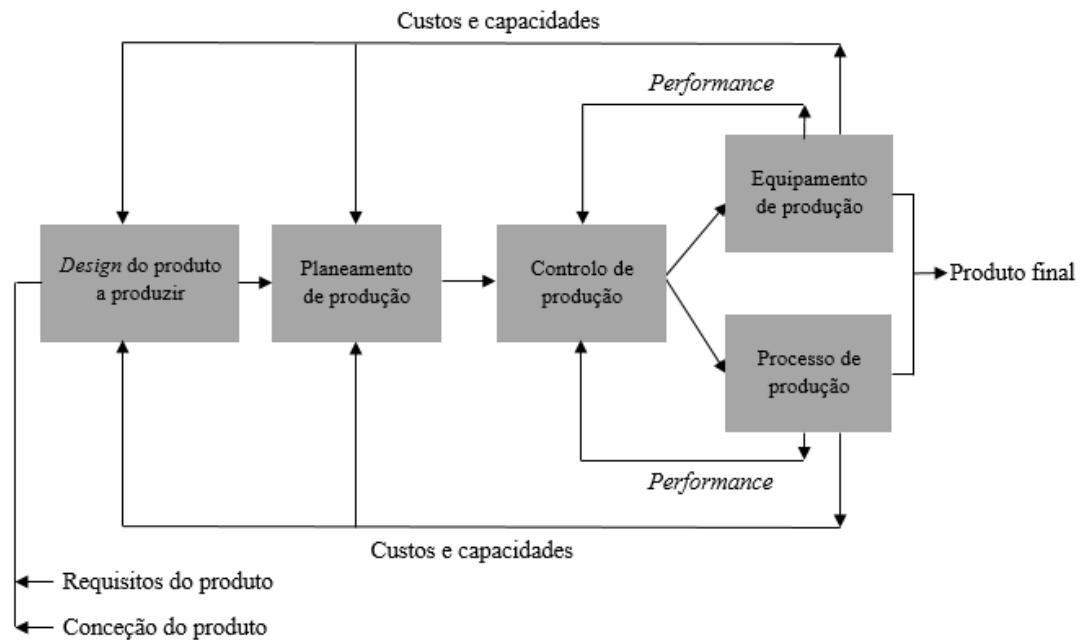


Figura 2.2 – Modelo conceitual do sistema de produção
Adaptado de: Chryssolouris (1992)

O *design* do produto é a primeira fase do sistema, têm em conta os requisitos do produto, os equipamentos e os processos de produção (Chryssolouris, 1992). É nesta fase que, adotando técnicas de Projeto para Fabrico e Montagem (*design for manufacturing/assembly*), de Engenharia Concorrente (*concurrent engineering*), de Gestão de Dados do Produto (*product data management*), entre outras, se poderão diminuir os tempos de produção (Cruz-Machado, 2007). A fase seguinte, o planeamento de produção, determina a quantidade de recursos (incluindo matérias primas e outros componentes) necessários à produção, bem como o planeamento das atividades de produção necessárias para transformar a matéria-prima no produto final da forma mais eficiente possível (Pochet & Wolsey, 2006; Williamson, 2012). O objetivo do planeamento de produção é, portanto, tomar decisões que melhorem o *trade-off* dos objetivos económicos: a minimização de custos e a maximização da contribuição para o lucro de uma organização. Para atingir este objetivo, os sistemas de planeamento de produção estão cada vez mais sofisticados, a fim de aumentar a produtividade e a flexibilidades das operações de produção (Pochet & Wolsey, 2006). Durante o processo de planeamento é desenvolvida uma lista de materiais (*bill of materials*), listando todas as peças e materiais necessários (Williamson, 2012), no setor industrial é amplamente utilizado o planeamento de recursos de produção (*manufacturing resource planning*, MRP II) que engloba o plano mestre de produção (*master production scheduling*, MPS), o planeamento geral da capacidade (*rough-cut capacity planning*, RCCP), o planeamento das necessidades de capacidade (*capacity requirements planning*, CRP), o planeamento das necessidades de materiais (*material requirements planning*, MRP), processamento de informação (*work order release*) e a gestão do chão de fábrica (*shop floor control*, SFC) (McKay & Wiers, 2003).

O controlo de produção vai atuar nos equipamentos e nos processos de produção com base no *feedback* do seu desempenho (Chryssolouris, 1992).

Segundo Kumar & Suresh (2008) os sistemas de produção podem ser classificados em produção contínua, produção em massa, produção por lotes e produção *job-shop* (figura 2.3). Na produção contínua, as instalações de produção estão dispostas de acordo com a sequência das operações de produção desde as primeiras operações, no produto em processo de produção até ao produto acabado, o *layout* e os equipamentos são fixos, o manuseamento de materiais é praticamente automatizado e a produção segue uma sequência predeterminada. A produção em massa corresponde à produção de componentes ou à montagem de um produto, utilizando um processo contínuo. Neste sistema verificam-se grandes volumes de produção, verifica-se um curto tempo de ciclo e as linhas de produção encontram-se perfeitamente sincronizadas.

A produção por lotes é uma forma de produção em que o trabalho é efetuado por lotes, podendo cada lote seguir destinos diferentes. É caracterizado pela produção de um número limitado de produtos, produzidos em intervalos regulares de tempo e para *stock* (sistema *push*).

A produção *job-shop* é caracterizada pela produção de uma baixa quantidade de produtos, sendo estes concebidos de acordo com a especificação do cliente dentro do tempo e custos fixados. A característica distintiva deste sistema é o baixo volume de produção e a alta variedade de produtos.

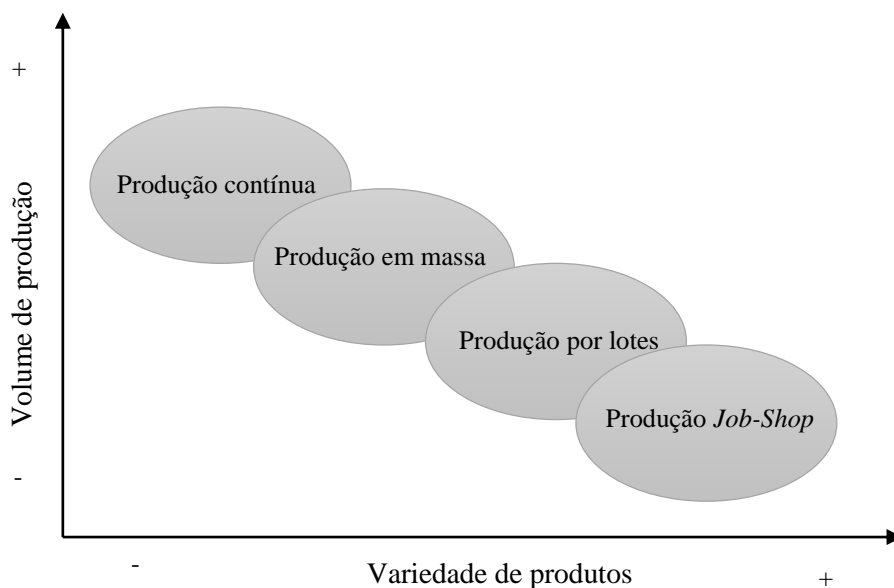


Figura 2.3 – Volume de produção em função da variedade de produtos
Adaptado de: Kumar & Suresh (2008)

2.1.2. O Conceito de Produtividade

Heizer & Render (2011) definem produtividade como sendo o rácio entre os *outputs* (produção de bens e/ou serviços) e os *inputs* (recursos, como o capital e o trabalho), eq. 2.1. Melhorar a produtividade significa melhorar a eficiência, que pode ser obtida de duas formas: reduzindo o *input* mantendo o *output*

constante ou aumentando o *output* mantendo o *input* constante. Os *inputs* integram o sistema de produção de uma organização sendo convertidos em *outputs*, bens e serviços obtidos, como por exemplo, os automóveis, a energia ou a educação.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Outputs}}{\text{Inputs utilizados}} \quad (2.1)$$

O uso de apenas um recurso como *input* para medir a produtividade, é denominado como produtividade de fator único. No entanto, para se ter uma visão mais ampla, pode-se utilizar a produtividade multi-fator que inclui todos os *inputs* (trabalho, material, energia, capital, entre outros). No cálculo da produtividade multi-fator utilizam-se todos os *inputs* na mesma unidade, convertidos para valores monetários normalmente, e.q. 2.2.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Outputs}}{\text{Trabalho} + \text{Material} + \text{Energia} + \text{Capital} + \text{Outros}} \quad (2.2)$$

2.1.3. O Setor Industrial em Portugal

Em 2014, o total de vendas da produção nacional e prestação de serviços industriais atingiu 76,1 mil milhões de euros. A figura 2.4 representa os catorze setores de atividade com maior peso em termos de vendas e de prestação de serviços, correspondentes a 80,4% do valor total de 2014, num total de vinte e seis setores analisados (INE, 2015).

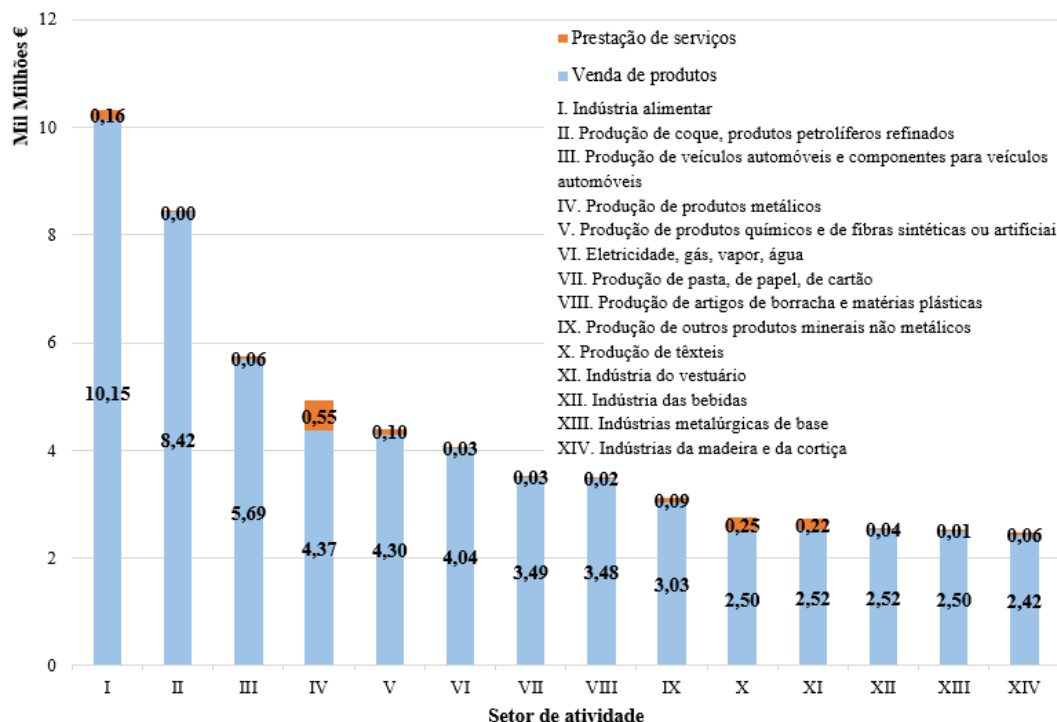


Figura 2.4 – Vendas e prestação de serviços no ano de 2014, por setor de atividade
Adaptado de: INE (2015)

Destacam-se os setores da indústria alimentar, dos produtos petrolíferos, da produção automóvel, da produção de produtos metálicos, da produção de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais e da eletricidade, gás, vapor, água, que em 2014 representam cerca de 50% do total de vendas de produtos e prestação de serviços.

O valor da produção industrial vendida no mercado português diminuiu 2,9% em 2014 face ao ano anterior (INE, 2015). Os mercados externos cresceram de forma considerável, sobretudo o de produção de veículos automóveis, com 4,8 mil milhões de euros, e a produção de coque e produtos petrolíferos refinados, com 2,9 mil milhões de euros (INE, 2015).

2.2. Fundamentos da Filosofia *Lean*

2.2.1. Origem, História e Definição da Filosofia *Lean*

A produção *Lean* teve a sua origem na empresa *Toyota* nos finais da segunda Guerra Mundial com a implementação do *Toyota Production System* (Monden, 1983). O objetivo deste sistema de produção consistia em aumentar a produtividade na produção automóvel e reduzir os custos através da eliminação de todos os tipos de desperdícios (*mudas*, termo em japonês).

A filosofia *Lean* surgiu assim, como uma forma de produzir totalmente oposta à praticada na altura pelas empresas ocidentais, onde era aplicado o conceito de produção em massa e sem flexibilidade dos sistemas produtivos (Womack *et al.*, 2007). Esta forma de produção permitiu à *Toyota* ascender a uma posição superior na liderança do mercado automóvel em relação às empresas americanas. Assim, a produção *Lean* é um modelo organizacional que têm sido amplamente divulgado na literatura como um paradigma com vários benefícios para as empresas que o implementam, através da redução de custos pela eliminação de desperdícios (Melton, 2005; Shah & Ward, 2003; Liker & Morgan, 2006).

A pessoa que deu o impulso decisivo para o desenvolvimento do TPS, foi Taiichi Ohno. Ohno era formado em Engenharia Mecânica e sem qualquer experiência em produção automóvel juntou-se à *Toyota* em 1943. Analisando os sistemas de produção ocidentais, Ohno referiu que estes tinham duas falhas lógicas, a primeira era de que a produção em grandes lotes resultava em *stocks* muito elevados, o que levava a capital empatado em armazém e resultava em muitos defeitos. A segunda falha, foi a incapacidade de os americanos produzirem de acordo com as preferências dos clientes. O próprio Henry Ford testemunhou esse facto em 1920, quando as vendas do Modelo T baixaram, com os clientes a preferirem comprar *Chevrolet* em segunda mão, em que se podia escolher a cor e extras opcionais. A partir de 1948, Ohno foi implementando gradualmente o seu conceito de produção por lotes, o seu principal foco era a redução de custos através da eliminação de desperdícios.

Ohno visitou os EUA e as fábricas de automóveis americanas em 1956, e foram várias as ideias que desenvolveu durante essas visitas, a mais notável foi o “*kanban supermarket*” para controlar o material de reposição. Ohno descreve que os dois pilares do TPS: são o *jidoka* e o JIT, em que refere, que o JIT

foi uma idéia de Kiichiro Toyoda que teria afirmado que “em uma indústria abrangente, como a produção automóvel, a melhor forma de trabalhar seria ter todas as peças para a produção ao lado da linha em *just-in-time* para os operadores” (Ohno, 1988 citado por Holweg, 2007).

Para que este sistema funcionasse, foi necessário produzir e receber componentes e peças, em pequenos lotes, o que era antieconómico de acordo com o pensamento tradicional. Ohno teve de modificar os procedimentos de troca de máquina para produzir lotes de menores dimensões. A redução dos tempos de mudança, foi desenvolvido por Shingeo Shingo, que foi contratado como consultor externo da *Toyota* em 1955, implementando o sistema de troca rápida de ferramentas de produção (*single-minute exchange of dies*, SMED) (Holweg, 2007).

O resultado desta nova filosofia produtiva foi, a capacidade de produzir uma variedade considerável de veículos em volumes produtivos mais baixos, a um custo competitivo, alterando a lógica convencional de produção em massa. O desenvolvimento do TPS passou despercebido durante vários anos, embora não tenha sido mantido em segredo, de acordo com Ohno esta nova filosofia produtiva só começou a atrair a atenção de outras nações durante a primeira crise do petróleo em 1973 (Holweg, 2007).

O termo *Lean Production*, foi utilizado pela primeira vez pelo investigador, John Krafcik, do *International Motor Vehicle Program* do MIT em uma publicação para designar TPS, por este usar menos de tudo na produção, comparado com o sistema de produção em massa, i.e., menos esforço humano, menos espaço fabril, menos investimento em ferramentas, menos horas de desenvolvimento de um novo modelo, menos *stocks*, reduzindo desta forma os custos associados (Womack *et al.*, 2007). Na tabela 2.1 estão representadas algumas comparações entre a produção *Lean* e a produção de elevados volumes de produção.

Liker & Morgan (2006) referem que desde os anos oitenta, as empresas de todo o mundo começaram a olhar para a *Toyota* como um modelo para a produção. É praticamente uma ideia transversal, de que para uma empresa de produção ser competitiva têm de ter algum “programa *Lean*”. O tradicional modelo de produção em massa foi gradualmente substituído pelo modelo de produção *Lean*. No entanto, este conceito foi para além do chão de fábrica, sendo aplicado até nos escritórios.

Cruz-Machado (2007) num artigo sobre o desenvolvimento da produção *Lean*, refere que no último século a indústria sofreu o desafio da passagem da produção em massa, dirigida para a satisfação do bem-estar da sociedade (numa perspetiva de a dotar com os bens de consumo em quantidade), para uma produção personalizada às características de cada cliente (numa perspetiva de qualidade e diferenciação). Segundo o mesmo autor, a lógica da produção deslocou-se sucessivamente da quantidade, para a qualidade, para o custo e, depois, para o valor.

Importa fazer uma referência, à definição exata de produção *Lean* encontrada na literatura (tabela 2.2), que segundo muitos autores é fundamentalmente “fazer mais com menos” em uma organização.

Tabela 2.1 – Comparação da produção em massa com a produção *Lean*
Adaptado de: Melton (2005) & Cruz-Machado (2013)

	Produção em Massa	Produção <i>Lean</i>
Origem	Henry Ford	<i>Toyota</i>
Planeamento	Previsão - <i>push</i>	Encomenda - <i>pull</i>
Produção	<i>Stock</i>	Encomenda
Lead time	Longo	Pequeno
Dimensão do lote	Grande – Filas de espera	Pequeno – Fluxo contínuo
Inspeção	Amostragem (inspetor)	100% na fonte (operador)
Layout	Funcional	Fluxo do produto
Equipamento	Máquinas com um único propósito	Sistemas manuais e automatizados, capazes de produzir grandes volumes e uma grande variedade de produtos
Filosofia organizacional	Hierárquica – responsabilidade atribuída unicamente à gestão de topo	Fluxo de valor, utilizando níveis adequados de <i>empowerment</i> – atribuição de responsabilidades a todos os níveis da organização
Objetivo	“o bom é suficiente”	“à procura da perfeição”

Tabela 2.2 – Definição de produção *Lean*

Definição	Referência
As empresas podem desenvolver, produzir e distribuir produtos com metade do esforço humano, metade do espaço fabril, metade das ferramentas, metade do tempo e metade dos investimentos.	Womack & Jones (1994)
Permite que as empresas operem com <i>stocks</i> reduzidos; redução de <i>lead times</i> de produção, o que se traduz em um tempo de resposta mais rápido para as encomendas dos clientes; menos desperdícios e melhoria na qualidade (o conceito de “fazer bem à primeira”).	Melton (2004)
A produção <i>Lean</i> não só desafiou com sucesso as práticas de produção em massa na indústria automóvel, alterando significativamente o <i>trade-off</i> entre a produtividade e qualidade, mas também levou a repensar uma variedade de operações de produção e de serviços.	Holweg (2007)
Cobre um amplo conjunto de atividades que vão desde a conceção dos produtos, ao aprovisionamento dos materiais e componentes, aos processos de produção e à comercialização dos produtos. A produção <i>Lean</i> preocupa-se, fundamentalmente, com a otimização dos processos, procurando reduzir ou eliminar as atividades que não acrescentam valor.	Cruz-Machado (2007)

Os objetivos da produção *Lean* contribuem assim para a aumento de produtividade, do retorno do capital investido e da qualidade dos produtos. Neste paradigma de produção, é possível obter produtos de elevada qualidade a um custo menor, com ciclos de produção e tempos de entrega mais curtos, métodos de trabalho padronizados, menor número de colaboradores, *stocks* e *buffers* mais reduzidos e menor espaço de produção (Womack *et al.*, 1990 citado por Cruz-Machado, 2007).

2.2.2. Princípios do Toyota Production System

Liker & Morgan (2006) em um artigo sobre o desenvolvimento do *Lean* fazem referência de que o TPS é o exemplo mais conhecido da aplicação dos processos *Lean*. Tornando-se um modelo para produção competitiva em todo o mundo, evoluindo na *Toyota* durante décadas, o princípio é que a verdadeira aprendizagem só se observa no *gemba*, onde o trabalho é executado. Esta filosofia é a origem para o que se tornou em um movimento global de “pensar *Lean*”. A maioria das empresas de produção de todo mundo adotaram algum tipo de “iniciativa *Lean*” e este conceito está cada vez mais presente em várias organizações, desde a Defesa, aos hospitais, instituições financeiras a empresas de construção (Liker & Morgan, 2006).

A produção da *Toyota* assenta em dois conceitos básicos, o primeiro é a necessidade de que para se baixar os custos de produção só se consegue com a “redução de custos através da eliminação de desperdícios”. Isso envolve a criação de um sistema que elimine desperdícios (seja equipamentos, materiais, colaboradores), assumindo que tudo o que está acima do estritamente necessário para a produção, só aumenta os custos. O segundo conceito é “fazer o uso das capacidades dos trabalhadores”, ou seja, tratar os trabalhadores com respeito e com consideração, possibilitando que estes possam pôr em práticas as suas ideias e capacidades. Para materializar o seu sistema, a *Toyota* deu especial importância à produção “*just-in-time*” e ao “*jidoka*” (Sugimori *et al.*, 1977).

A teoria basilar do TPS pode ser representada pela chamada casa do TPS (figura 2.5), tornando-se um ícone cultural no mundo da produção. Com uma base fraca ou um pilar fraco, a casa não é estável, mesmo que as outras partes sejam muito fortes. As partes trabalham em conjunto para criar um todo (Liker & Morgan, 2006). A grande maioria dos autores considera como os pilares deste modelo o *just-in-time* e o *jidoka* (Ohno, 1998; Liker & Morgan, 2006; Herrmann *et al.*, 2008; Yang & Yang, 2013).

Numa adaptação do modelo referido por Liker & Morgan (2006) e do proposto por Yang & Yang (2013), são referidos como pilares do modelo o JIT e o *jidoka*, mas para ser um modelo estável, a base têm de ser forte. Constituída por uma produção nivelada, integrada com a componente de gestão de recursos humanos (*Human Resource Management*, HRM), gestão pela qualidade total (*Total Quality Management*, TQM) e pelos fatores humanos.

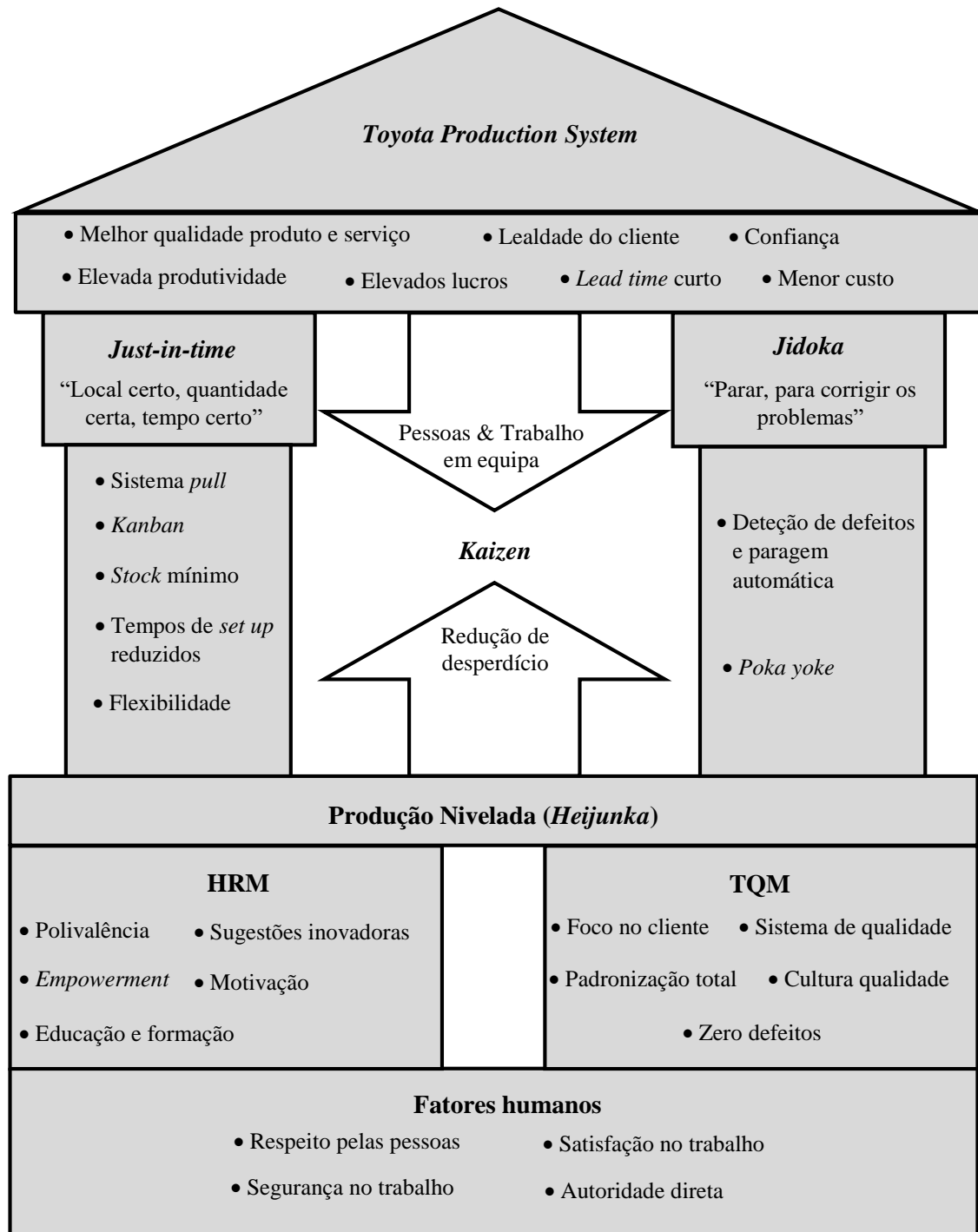


Figura 2.5 – Adaptação do modelo conceitual do *Toyota Production System*
Adaptado de: Liker & Morgan (2006); Yang & Yang (2013)

2.2.2.1. *Just-in-time*

A produção *just-in-time*, permite que todas as atividades de produção se adaptem à procura real do mercado, por terem os componentes necessários, no momento necessário para todos os processos,

existindo também um *stock* mínimo necessário para manter o fluxo de produção (Sugimori *et al.*, 1977). Nas várias definições de JIT enunciadas por Shah & Ward (2007) destaca-se a de Davy *et al.* (1992) de que qualquer conceção JIT inclui “eliminação de desperdícios, e a plena utilização de pessoas, equipamentos, materiais e peças”. Na mesma linha de pensamento Flynn *et al.* (1995) referem que a utilização do JIT elimina desperdícios através da simplificação dos processos de produção, tais como a eliminação de *stocks* excessivos e lotes demasiado grandes.

O *just-in-time* funciona em sintonia com o sistema *pull* (figura 2.6). No sistema de produção *pull* os produtos são produzidos tendo em conta as encomendas firmes dos clientes, apenas as encomendas estão a ser produzidas, não havendo desta forma produção para *stock*. Os pedidos dos clientes “puxam” todo o fluxo de produção desde os fornecedores, até à entrega do produto acabado (Rushton *et al.*, 2011). Surge neste sentido o conceito de *kanban* associado ao conceito de produção *pull*. Melton (2005) descreve o *kanban* como um sinal visual ou eletrónico para apoiar o fluxo de produção, “puxando” o produto que se encontra em processo de produção, assim uma estação de trabalho só fornece a estação que se encontra a jusante, quando tiver o pedido desta.

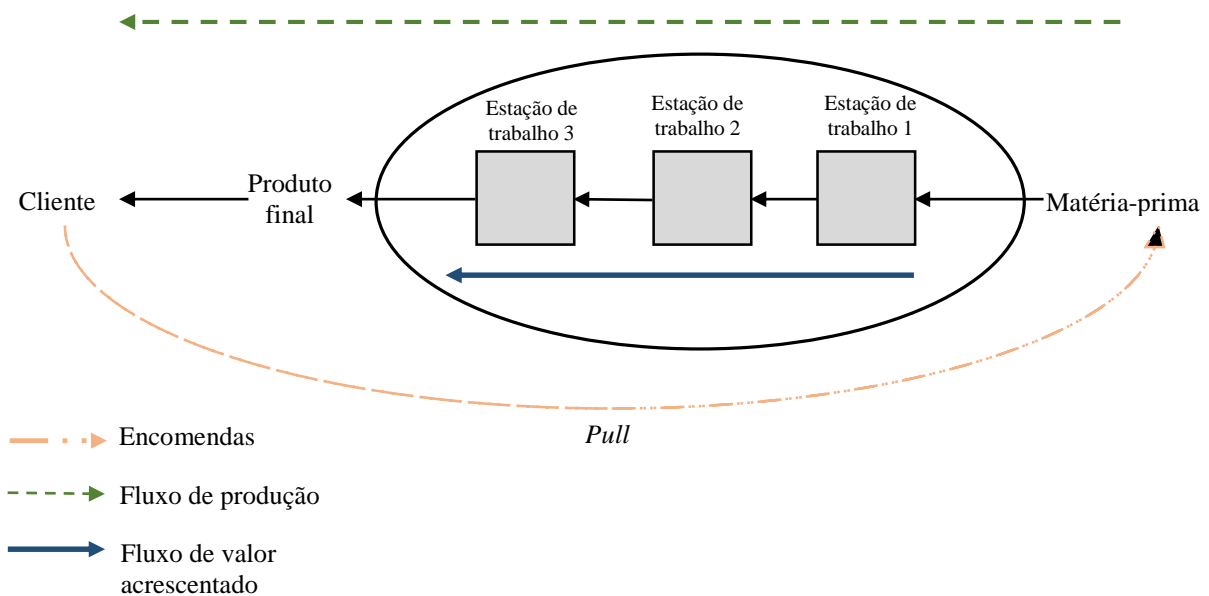


Figura 2.6 – Fluxo de valor num sistema produção *Pull*
Adaptado de: Hicks (2007)

2.2.2.2. *Jidoka*

Outro pilar basilar do TPS é o *jidoka*, um termo japonês que significa “*autonomation*”. O conceito é ter em todo o processo “qualidade de construção”, todos os operadores têm liberdade para parar a linha de produção, sempre que exista um problema ou um produto defeituoso é detetado (Gao & Low, 2013). O *jidoka* também representa um “equipamento com inteligência humana” ou seja, um equipamento ter

a capacidade de detetar um desvio de um padrão e parar a produção até que o problema seja resolvido (Liker & Morgan, 2006).

Ainda que o *jidoka* seja frequentemente associado à automação de equipamentos, não é restrito a estes, sendo ampliada a sua aplicação para as operações efetuadas pelos operadores na linha de produção. Assim com referido anteriormente, estes podem parar a produção quando forem detetadas anomalias. Com este conceito, o objetivo é impedir a origem e a propagação de defeitos ao longo da linha, sendo eliminada qualquer anormalidade no processamento do fluxo de produção. Quando os equipamentos interrompem o processamento ou o operador para a linha de produção, o problema é identificado, desencadeando-se esforços para identificar a causa e adotar medidas para evitar a reincidência do problema (Ghinato, 2007).

Importa referir que *jidoka* e automação são conceitos diferentes. Enquanto, o *jidoka* consiste na capacidade do operador ou do equipamento parar o processo, um sistema automático deve ser capaz de detetar qualquer anormalidade (Ghinato, 2007). Hinckley (2007) refere que o conceito de “*jidoka* - automação com toque humano” ajuda os operadores a executarem as suas tarefas mais rapidamente e mais facilmente com um menor número de erros.

2.2.2.3. Kaizen

As palavras japonesas *kai* (mudança) e *zen* (bom) originaram a palavra *Kaizen*, mudança para melhor (Scroll & For, 2012).

De acordo com Chen *et al.* (2010) qualquer tarefa numa fábrica pode ser classificada em três categorias: trabalho casual, trabalho de valor acrescentado e desperdício (figura 2.7). O trabalho casual são tarefas como a inspeção que não acrescentam valor ao produto, mas são necessárias no sistema de produção. Processos de valor acrescentado, como o próprio nome indica, adicionam valor ao produto, como por exemplo uma montagem no produto. Os processos que não acrescentam valor ou desperdícios, são todas as atividades que o cliente não está disposto a pagar, sendo exemplos, as esperas, os transportes, os defeitos. Numa organização a melhor forma de aumentar a quantidade de valor acrescentado é reduzir a quantidade de trabalho casual e o desperdício. Neste sentido o *Kaizen* foi projetado para melhorar continuamente o processo de trabalho através da identificação e redução de desperdícios, utilizando *Kaizen*, as empresas têm a capacidade de reformular a composição do trabalho a fim de diminuir o desperdício e o trabalho casual. Sendo o objetivo do *Kaizen* identificar e diminuir o desperdício, é importante identificar o desperdício separadamente do trabalho casual e do trabalho de valor acrescentado. Para um evento um *Kaizen*, devem-se criar equipas de trabalho multifuncionais, para estudarem em conjunto ideias de melhoria, sendo que a aplicação de várias melhorias pode acrescentar significativos aumentos de eficiência no sistema produtivo. Quando se prepara uma atividade *Kaizen* existem várias ferramentas *Lean* que se podem utilizar, como por exemplo o mapeamento do fluxo de valor (*value stream mapping*, VSM).

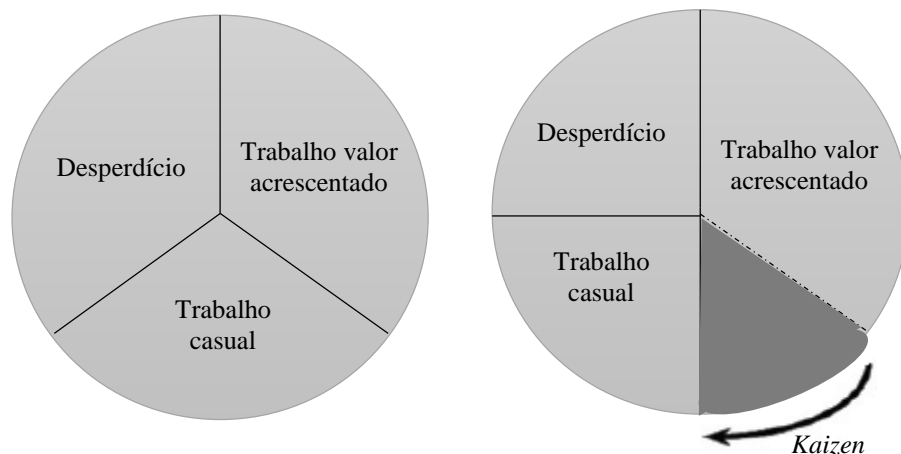


Figura 2.7 – Composição do trabalho antes e após um evento *Kaizen*
Adaptado de: Che, Li & Sahdy (2010)

2.2.2.4. *Heijunka*

A base deste modelo precisa de ser estável para que o sistema *just-in-time* possa ser aplicado no sistema produtivo, e por outro lado, o sistema possa ser constantemente ajustado devido às paragens de produção originadas por problemas. *Heijunka* significa nivelamento, o objetivo é criar um fluxo de ordens nivelado e uma carga de trabalho nivelada (Liker & Morgan, 2006). Com o *Heijunka* é estabelecida uma taxa de produção diária igual à procura média esperada (nivelar o volume produtivo), é também definida uma sequência de produção que minimiza sobrecargas de trabalho e “puxa a produção” desde os fornecedores a uma taxa constante. Com esta prática são também utilizados pequenos *stocks* de produtos acabados, como *buffers*, tendo em conta possíveis variabilidades da procura (Lander & Liker, 2007).

A estabilidade é muito importante para a gestão das fábricas, as alterações súbitas no volume de produção têm efeitos negativos se não forem bem geridas. É por esta razão que é muito importante nivelar o volume de produção. Ao nivelar a produção, o chão de fábrica pode centrar as suas atenções nas ações de produção, sem se preocupar muito com alterações repentinas no planeamento ou trabalhos urgentes. Juntamente com produção em *mix*, *setups* rápidos e conceitos de fluxo, a produção nivelada pode melhorar bastante o desempenho da linha e reduzir os problemas de faltas de componentes. Em ambiente fabril, as vantagens de uma produção nivelada são significativas, possibilita a existência de um fluxo constante e ritmado de componentes de produção, bem como um balanceamento da linha produtiva. São minimizadas as expedições desnecessárias, verificações, retrabalhos, atrasos, bem como os *stocks* de WIP e produto acabado (Suzaki, 2010).

2.2.2.5. Gestão pela Qualidade Total

A Gestão pela Qualidade Total (*Total Quality Management*, TQM) é uma filosofia de gestão integrada e um conjunto de práticas que enfatiza a melhoria contínua, têm em conta os requisitos do cliente, reduz o retrabalho, redesenha processos e proporciona relações mais próximas com os fornecedores. Podemos dividir o TQM em três áreas de atuação: foco na satisfação do cliente, melhoria contínua de processos e encarar o funcionamento de uma organização como um sistema (Ross, 1993; Sitkin *et al.*, 1994 citados por Shah & Ward, 2007). Criada em 1980, a TQM têm como referência os princípios da *Total Quality Control* (TQC) e os círculos de controlo da qualidade criados em 1960 na *Toyota* (Yang *et al.*, 2012).

Pereira & Requeijo (2012) referem que qualidade é um fator crítico de sucesso de qualquer organização, as atividades de prevenção são fundamentais para se obter qualidade sem aumentar custos. O compromisso e envolvimento da gestão de topo nas atividades relacionadas com a melhoria contínua da qualidade são imprescindíveis, bem como a formação e a participação ativa de todos os colaboradores são essenciais para se gerir com êxito a qualidade.

Muitas empresas de diversos países adotaram a TQM como uma filosofia de gestão extensível a todos os processos da organização, de forma não só a assegurar como a exceder as expetativas dos clientes, colaboradores, acionistas e sociedade em geral. Podem ser consideradas dois grandes tipos de técnicas e metodologias: as de gestão e as estatísticas.

Na categoria de gestão incluem-se os Sistemas de Gestão da Qualidade; as ferramentas básicas da qualidade (fluxograma, folhas de registo, histograma, diagrama de Pareto, diagrama de *Ishikawa*, gráfico de dispersão e cartas de controlo); as ferramentas de planeamento (diagrama de afinidades, diagrama de relações, diagrama em árvore, diagrama matricial, matriz de prioridades, gráfico de decisão do processo e diagrama de atividades), sendo também o desdobramento da função qualidade e a análise dos modos de falhas e seus efeitos, outros exemplos de metodologias de gestão. Na categoria de metodologias e técnicas estatísticas, são exemplos, o desenho de experiências, os métodos de *Taguchi* e o controlo estatístico do processo (Pereira & Requeijo, 2012).

2.2.2.6. Gestão de Recursos Humanos

A Gestão de Recursos Humanos (*Human Resource Management*, HRM) abrange uma ampla gama de atividades, sendo responsável pela aplicação de políticas e práticas aos colaboradores de uma organização (Vitasek, 2013). Duas das áreas de incidência, numa organização, centram-se nos incentivos e organização do trabalho. Os incentivos incluem: sistemas de remuneração (individuais ou em grupo), sistema de avaliação, promoção e progressão na carreira. Por organização no trabalho entende-se flexibilidade, decisão dos locais e das equipas de trabalho e prestação de informações laborais (Bloom & Reenen, 2010).

Gao & Low, (2013) fazem referência de como a gestão de colaboradores deve ser um fator a ter em conta numa organização *Lean*:

- Seleção de pessoas: programas de seleção e recrutamento de profissionais;
- Formação: proporcionar formação aos colaboradores, formação preparatória para desempenho de uma função, formação *on-the-job*, formação *multi-skills*;
- Motivação dos colaboradores: chefias devem reconhecer o trabalho construtivo, dar *feedback* e opiniões para melhorar continuamente o desempenho das suas equipas.

2.2.2.7. Fatores Humanos

Sem compreender os fatores humanos, é impossível implementar com sucesso as práticas e técnicas do TPS (Yang *et al.*, 2012). São exemplos de fatores que influenciam as atitudes dos colaboradores, a garantia de emprego, a remuneração justa, a satisfação no trabalho ou a autonomia no trabalho (Yang & Yang, 2013).

2.2.3. Os Tipos de Desperdício

Segundo o *Lean Enterprise Research Centre* da *Cardiff Business School* referido por Melton (2005) na maioria das operações de produção: apenas 5% das atividades adicionam valor; 35% são atividades necessárias mas não acrescentam valor e 60% não acrescentam qualquer valor. É assim importante reconhecer e definir as atividades que são consideradas puro desperdício.

- 1. Excesso de produção:** este é um dos piores desperdícios que existe na fábrica. Este desperdício é criado quando a produção é superior ao encomendado pelo cliente. Como possíveis consequências do excesso de produção verificam-se, a ocupação desnecessária de recursos (materiais e energia), o consumo desnecessário de matérias-primas, o aumento de *stocks* em toda a cadeia produtiva, ou o espaço de armazenamento adicional (Suzaki, 2010; Pinto, 2013);
- 2. Tempo de espera:** refere-se ao tempo que os operadores, equipamento ou o produto esperam (tempo em que não está sendo acrescentado valor para o cliente). Como principais causas deste desperdício destacam-se as avarias de equipamentos, mudanças de ferramentas de trabalho, *layouts* ineficientes, grandes lotes de produção, defeitos de qualidade ou atrasos de entregas de fornecedores (Suzaki, 2010; Pinto, 2013);
- 3. Transporte:** qualquer movimentação ou transferência pode ser considerada um desperdício quer de materiais, de produto em vias de fabrico ou produto final. *Layouts* mal planeados podem tornar necessários longos transportes de material. Segundo Suzaki (2010) para mitigar este desperdício deve-se ter em consideração melhorias de *layout*, sincronização de processos, meios de transporte, arrumação e organização do posto de trabalho;

4. **Stocks:** armazenamento de matérias-primas, produtos intermédios ou produtos acabados representam capital empatado (Melton, 2005). Este tipo de desperdício requer mais manuseamento, espaço, pessoas, papelada, entre outros. Pinto (2013) refere que elevados tempos de mudança de ferramentas, a existência de gargalos na produção, processos produtivos a diferentes velocidades ou antecipação da produção são algumas das causas da existência de *stocks*;
5. **Desperdício do próprio processo:** um determinado processo pode ser uma fonte de problemas, não acrescentando valor ao produto. A automatização, a formação de colaboradores, ou alterações no processo produtivo são fatores que podem diminuir este tipo de perdas (Pinto, 2013);
6. **Movimentos desnecessários:** deve ser eliminado todo e qualquer tipo de movimentos dos operadores, que não acrescenta valor ao produto. Este tipo de desperdício deve-se ao incorreto *layout* do espaço e das ferramentas de trabalho, à utilização de práticas de trabalho incorretas ou a falta de formação dos operadores (Pinto, 2013). Segundo Suzaki (2010) movimento não significa necessariamente trabalho, referindo o exemplo, de um operador que está ocupado durante três horas à procura de ferramentas por toda a fábrica sem acrescentar valor à produção, em vez disso, adicionou três horas do seu salário ao custo do produto;
7. **Defeitos:** durante a produção podem ocorrer defeitos, que requerem reparações ou trabalho adicional no produto (Melton, 2005). A situação mais grave ocorre quando depois da entrega do produto, o cliente encontra defeitos, podendo ocorrer para a organização custos adicionais e riscos de perda de clientes (Suzaki, 2010). Pinto, 2013 refere que quando os defeitos ocorrem com alguma frequência, são aumentadas o número de inspeções e verificações no produto para evitar problemas de qualidade, em consequência a produtividade diminui e o custo dos produtos e serviços aumenta.

Womack & Jones identificaram ainda uma oitava categoria de desperdício, a não utilização da criatividade dos operadores, sejam, ideias ou sugestões criativas para melhorar os processos e práticas. Este oitavo desperdício é discutível segundo alguns autores, uma vez que está inerente aos desperdícios referidos anteriormente (Hicks, 2007).

A cultura japonesa classificou ainda os desperdícios em três categorias, os 3M: *muda*, *mura* e *muri*. *Muda* significa desperdício, qualquer atividade que gera desperdício é *muda* (Chandra & Noya, 2014). *Mura* significa irregularidades ou variação excessiva da produção (Scroll & For, 2012; Vitasek, 2013), este desperdício ocorre quando não são aplicados procedimentos *standards* ou quando a análise da procura é errada (Chandra & Noya, 2014). *Muri* é o desperdício provocado pela sobrecarga de trabalho, por vezes, verifica-se nos operadores (ou nos equipamentos) excesso de carga de trabalho, com ritmos de trabalho elevados durante longos períodos de tempo (Lean Enterprise Institute, 2015).

2.2.4. Vantagens e Barreiras à Implementação da Filosofia *Lean*

Nas operações de produção, os benefícios da implementação do *Lean* são bem compreendidos. A produção *Lean* permite que as empresas funcionem com *stocks* reduzidos; reduzidos *lead times* de

produção, o que se traduz em tempo de resposta mais rápido às solicitações dos clientes; menos desperdícios e melhorias na qualidade de produção (Melton, 2004). Alves *et al.* (2011) indicam os benefícios da implementação do *Lean*, num *paper* sobre a análise a 41 projetos realizados em 18 empresas implementadas em Portugal, em que foram aplicadas ferramentas e metodologias deste paradigma:

- Redução de tamanho de lote de produção;
- Redução do WIP (18% a 84%);
- Redução do *stock* de produtos acabados (20%) e de produtos em processo de produção;
- Redução do tempo *picking*;
- Redução do tempo de identificação de produtos em armazém;
- Redução do tempo de ciclo e do *lead time* (31% a 80%);
- Redução do tempo de movimentação dos operadores e do número de movimentos;
- Redução do esforço humano;
- Eliminação do número de operadores e de turnos de trabalho;
- Redução de retrabalhos e melhorias de qualidade;
- Aumento da produtividade (20% a 30%).

São conhecidas as inúmeras vantagens da implementação do paradigma *Lean* numa organização. No entanto, algumas das empresas que tentam implementar *Lean* encontram algumas dificuldades ou não são atingidos os benefícios esperados (Kilpatrick, 2003; Ramunė Čiarnienė & Milita Vienažindienė, 2013). Para Melton (2004) os dois maiores problemas para a aplicação do *Lean* é a falta de perceção de benefícios tangíveis e a ideia de que a maior parte dos processos já são suficientemente eficientes. O mesmo autor refere ainda a que maior força resistiva para implementar o *Lean* deve ser superada: a resistência à mudança. Na tabela 2.3 estão sintetizadas algumas barreiras à implementação da filosofia *Lean* em uma organização.

Tabela 2.3 – Barreiras à implementação da filosofia *Lean*

Barreira identificada	Fonte
Resistência á mudança: implementar a produção <i>Lean</i> exige muitas vezes mudanças significativas na organização, o que pode ser um constrangimento, se esta não está programada para lidar com mudanças;	Ramunė Čiarnienė & Milita Vienažindienė (2013)
Falta de conhecimento: pouca compreensão da parte dos gestores e colaboradores do que são os princípios e técnicas <i>Lean</i> ;	
Investimento: a implementação de melhorias, implica mudanças de <i>layout</i> do espaço de fábrica, compra de equipamentos, formação dos colaboradores o que muitas empresas continuam a encarar como um investimento;	
Os projetos de melhoria <i>Lean</i> não são incorporados na estratégia da organização;	
Falta de percepção de benefícios tangíveis;	Melton (2004)
Consideração de que a maior parte dos processos já é eficiente.	

2.2.5. Ferramentas e Metodologias da Filosofia *Lean*

Para a implementação da cultura *Lean* numa organização e consequentemente de ações de melhoria, existem diversas ferramentas e metodologias disponíveis. A determinação de quais a utilizar é decisão da gestão de topo, de acordo com os objetivos que se pretendem atingir. Muitos autores dividem e classificam as várias ferramentas e metodologias existentes. Cakmakci (2009) por exemplo sugere três grandes grupos: i) ferramentas de análise e melhoria (e.g. *value stream mapping*, balanceamento de linhas); ferramentas adequadas a operações funcionais (e.g. sistema *kanban*, *poka-yoke*, fluxo *one piece*) e ferramentas de gestão de atividades diárias (e.g. 5S, planeamento de equipas, ciclo *Plan-Do-Check-Act*).

Na tabela 2.4 encontra-se uma sistematização das ferramentas e metodologias aplicadas nos sistemas de produção *Lean* tendo como referência os estudos de alguns autores (Shingo, 1989; Hines *et al.*, 2004; Araujo & Rentes, 2006; Parry & Turner, 2006; Shah & Ward, 2007; Lander & Liker, 2007; Womack & Jones, 2007; Herrmann *et al.*, 2008; Cruz-Machado & Pereira, 2008; Kobayashi *et al.*, 2008; Eduardo *et al.*, 2009; Cakmakci, 2009). Na tabela indentifica-se os princípios e as ferramentas para sete vetores da produção *Lean*: produzir de acordo com as encomendas, melhoria contínua, qualidade, identificação de problemas, eliminação de desperdícios e o aumento de produtividade.

Tabela 2.4 – Métodos e ferramentas para a produção *Lean*

	Produzir de acordo com encomendas	Melhoria contínua	Qualidade	Identificar problemas	Eliminar desperdícios	Aumentar a produtividade
Princípios	<i>Just-in-time</i> Produção <i>Pull</i> Fluxo <i>One Piece</i> Produção Nivelada (<i>Heijunka</i>)	<i>Kaizen</i>	TQM <i>Jidoka</i> Seis Sigma TPM	-	Identificar os 3M Os 7 desperdícios	Estudo do trabalho Ergonomia Segurança
Métodos/ ferramentas	<i>First-In-First-Out</i> (FIFO) <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED) <i>Quick changeover</i> <i>Kanban</i> Supermercado <i>Automatic Guided Vehicles</i> (AGV)	Metodologia 5S Análise de Pareto Simulação Configuração de <i>layouts</i> <i>Kaizen workshop</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) <i>Poka-yoke</i> Gestão visual (<i>andon</i>) Ciclo DMAIC Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE) Controlo Estatístico do Processo Ciclo PDCA	<i>Brainstorming</i> Técnica dos 5 porquês Histograma Diagrama <i>Ishikawa</i> Diagrama esparguete Fluxograma do processo Gestão visual <i>A3 report</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED) Configuração de <i>layouts</i> MTM Balanceamento	Quadros de produção Padronização de tarefas (<i>standard work</i>) Rotação do posto de trabalho Análise de carga de trabalho Análise de segurança
Mapeamento do fluxo de valor (VSM)						

2.3. Linhas de Produção

Desde os tempos de Henry Ford e do seu famoso modelo T, os requisitos do produto e do sistema de produção automóvel mudaram drasticamente. Originalmente, as linhas de produção foram desenvolvidas para uma eficiente produção em massa de um único produto. Hoje em dia, uma variedade de opções é selecionável por parte dos clientes, de modo que os fabricantes precisam de lidar com uma variedade de fatores (Boysen *et al.*, 2009).

Simaria (2001) indica que uma linha de produção é um conjunto de estações de trabalho dispostas sequencialmente e interligados por um sistema de transporte. Devido ao movimento constante da linha, cada unidade de produto demora o mesmo tempo em cada estação de trabalho, o tempo de ciclo. Como consequência a taxa de produção é o inverso do tempo de ciclo (Scholl & Voß, 1997).

Em cada estação de trabalho é executado um conjunto de operações (ou tarefas) pré-especificadas no qual é definido: i) o tempo de processamento da operação e ii) a relação de precedência das operações, que determina a sequência pelo qual as operações, devem ser executadas e que resulta de aspetos tecnológicos e/ou de conceção do produto.

A figura 2.8 apresenta o exemplo de um diagrama de precedência de operação de um processo produtivo que envolve 10 tarefas (T_1, T_2, \dots, T_{10}) com duração entre 2 e 9 unidades de tempo. A tarefa 5 (T_5) só pode ser processada após terem sido processadas as tarefas 1 e 4 (antecessores diretos). A tarefa 4 só pode ser processada após a tarefa 3 estar concluída.

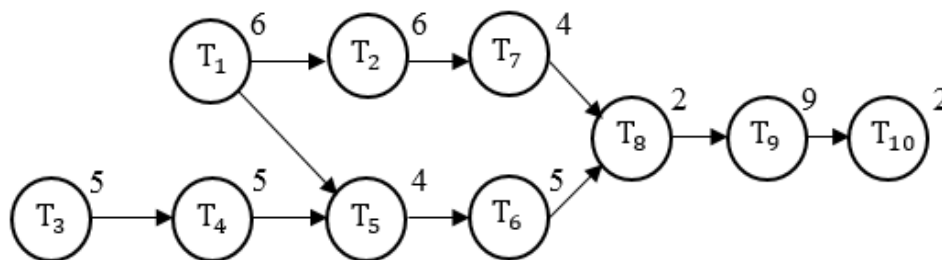


Figura 2.8 – Diagrama de precedências - exemplo

Tipicamente, o trabalho em um determinado posto de trabalho é executado manualmente por operadores usando ferramentas simples ou por máquinas semiautomáticas controladas por operadores. No entanto, existem postos de trabalho totalmente automatizados. O tempo necessário para realizar a totalidade das operações afetas a um posto de trabalho é denominado carga do posto de trabalho. Quando na linha de produção existe mais do que um posto de trabalho, em uma dada zona, utiliza-se o termo estação de trabalho para identificar o conjunto de operações a realizar nessa zona e utiliza-se o termo posto de trabalho para identificar o operador, podendo uma estação ter vários postos de trabalho (Simaria, 2001).

Numa linha de produção síncrona cada estação de trabalho dispõe de um intervalo de tempo pré-definido, para completar o conjunto de operações que lhe está atribuído: o tempo de ciclo. A linha é

organizada de tal modo, que em cada instante todos os postos de trabalho estão ocupados, pelo que quando em um determinado posto de trabalho se esgota o tempo de ciclo, a produção têm de ser transferida para o posto seguinte. O tempo de ciclo determina, assim, a taxa de produção da linha. Numa linha de produção assíncrona, não existe um intervalo de tempo fixo para que cada posto realize as operações que lhe estão afetas, pelo que é necessário colocar *buffers* entre os postos de trabalho (Vilarinho & Simaria, 2002).

As linhas de produção podem ser categorizadas em três tipos, em função do número de modelos a produzir. Se se produzir um único modelo, a linha é classificada como linha de produção de modelo único (*Single Model Assembly Line*, SMAL) (Simaria, 2001; Becker & Scholl, 2006). Se se produzir vários modelos simultaneamente, a linha é classificada como linha de produção mista (*Mixed Model Assembly Line*, MMAL), tendo de ser decidida a sequência de produção dos modelos. A sequência é importante no que se refere à eficiência de uma linha de produção, porque os tempos das operações podem divergir consideravelmente entre modelos, implicando diferenças produtivas, que dependem do tipo de *mix* de produção (Yano & Bolat, 1989; Sumichrast & Russell, 1990; Sumichrast *et al.*, 1992; Bard *et al.*, 1992; Marengo *et al.*, 1999 citados por Becker & Scholl, 2006; Simaria, 2001). Por último se a linha estiver preparada para produzir vários modelos, mas num dado intervalo de tempo é produzido exclusivamente um modelo, a linha é classificada como uma linha de produção múltipla (*Multi-model Assembly Line*, MUAL), sendo produzida uma sequência de lotes, cada lote contendo unidades de um único modelo, com operações de *setup* intermédias (Becker & Scholl, 2006; Simaria, 2001).

Os diferentes tipos de linha de produção são caracterizados na figura 2.9.

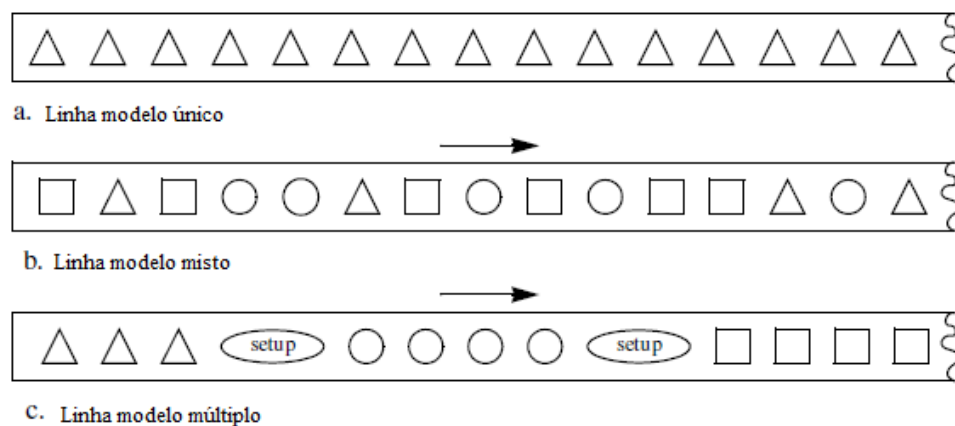


Figura 2.9 – Linha de produção de modelo único, mista e múltipla
Adaptado de: Becker & Scholl (2006)

2.3.1. *Takt Time* e Tempo de Ciclo

Importa no contexto do estudo de uma linha de produção, abordar dois conceitos que segundo muitos autores, por vezes, os profissionais não diferenciam o seu significado: o *takt time* e o tempo de ciclo.

O conceito de *takt time* é algo controverso (Alvarez & Antunes Jr. 2001). O tempo de ciclo consiste no tempo no qual uma unidade de um produto deve ser produzida, sendo dado pela razão entre o tempo efetivo de produção diária e a quantidade diária necessária de produção (Monden, 1984). No entanto, para Ohno (1996) esse conceito é equivalente ao *takt time*, no qual é obtido pela razão entre o tempo diário de operação e o número de produtos requeridos por dia. O *takt time* é o tempo destinado à produção de uma peça ou de um produto numa linha de produção (Iwayama, 1997 citado por Alvarez & Antunes Jr. 2001). A palavra alemã “*takt*” foi introduzida no Japão nos anos 30 com o significado de “ritmo de produção” quando técnicos japoneses estavam a aprender técnicas de produção com engenheiros alemães (Shook, 1998 citado por Alvarez & Antunes Jr., 2001). Consiste no ritmo de produção necessário para atender a um determinado nível de procura, tendo em conta as restrições de capacidade de linha de produção (Alvarez & Antunes Jr., 2001), de outra forma, o *takt time* pode ser entendido como o tempo que rege o fluxo de materiais numa linha de produção, em que a cada intervalo definido pelo *takt time*, uma unidade de produto deve ser produzido.

Para Davies (2009) são os clientes que determinam o ritmo de produção, o *takt time* é determinado pelo quociente entre o tempo disponível de produção (e.g. 8 horas) e a procura (e.g. 500 unidades de produto), eq. 2.3.

$$T = \frac{T_d}{P} \quad (2.3)$$

Em que:

T = *takt time*;

T_d = tempo disponível para a produção

P = procura

O tempo de ciclo é definido em função de dois elementos: os tempos unitários de processamento em cada posto de trabalho e o número de operadores. Genericamente, o tempo de ciclo consiste no tempo necessário para a execução do trabalho no produto em processo de produção i.e. em condições de abastecimento constante, corresponde ao intervalo de tempo entre o início de produção de dois produtos sucessivos do mesmo modelo (Alvarez & Antunes Jr., 2001).

Para exemplificar este conceito, considere-se o exemplo apresentado na figura 2.10, em que um produto passa por quatro operações consecutivas realizadas, respetivamente, em quatro postos de trabalho (A, B, C, D) e com um tempo de processamento. Supondo que os quatro postos de trabalho iniciam as operações no instante zero, o ciclo da linha termina quando todas as operações tiverem sido realizadas e for possível iniciar o processamento de uma nova unidade em cada um dos quatro postos. Ora, o ciclo da linha é de três minutos porque só três minutos após o início das operações é possível iniciar o processamento de um novo produto em todos os postos de trabalho (novo ciclo). Consequentemente o tempo de ciclo da linha é o tempo de execução da operação, ou das operações no

posto de trabalho mais lento (Alvarez & Antunes Jr., 2001). Neste exemplo, considerando-se um operador alocado a cada posto de trabalho, não é possível produzir mais do que 20 peças por hora.

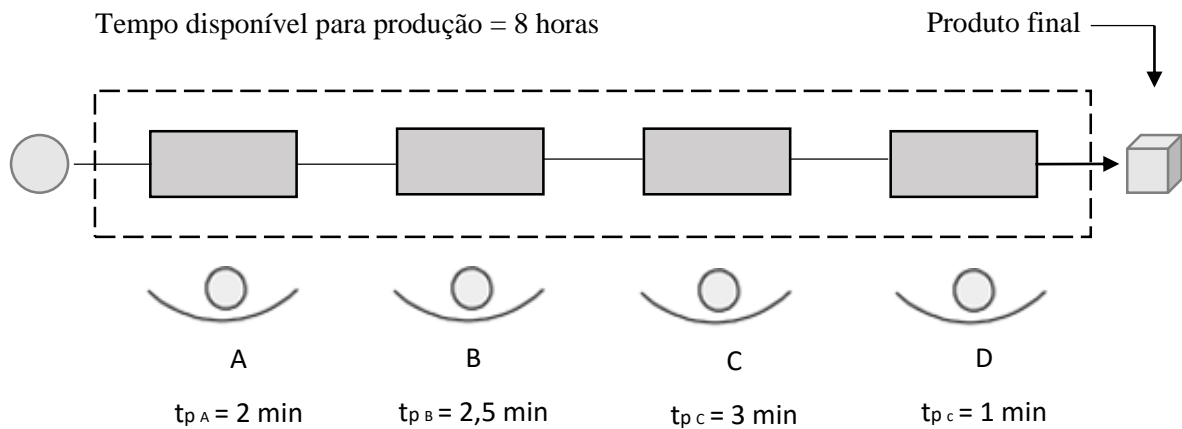


Figura 2.10 – Tempo de ciclo de uma linha de produção
Adaptado de: Alvarez & Antunes Jr. (2001)

Para relacionar o tempo de ciclo e o *takt time* Alvarez & Antunes Jr. (2001) referem alguns exemplos com situações de diferentes níveis de procura para um tempo disponível para a produção de 8 horas, considerando uma procura de 120 unidade por dia, o *takt time* seria de 4 minutos. Uma vez que o *takt time* é maior do que o tempo de ciclo da linha (3 minutos), o ritmo de produção efetivamente praticado na linha seria de uma unidade a cada 4 minutos. Para uma procura de 240 unidades por dia, corresponderia um *takt time* de 2 minutos sendo inferior ao tempo de ciclo, o *takt time* efetivo seria de 3 minutos (ritmo de produção real da linha) e a capacidade de produção disponível não permitiria satisfazer a procura.

Se o tempo de ciclo de uma linha de produção representa o ritmo máximo possível, então o tempo de ciclo é um fator limitante do *takt time*, isto é, da cadência de produção ou velocidade do fluxo (Alvarez & Antunes Jr., 2001).

2.4. Sistemas de Tempos Pré-determinados ou *Methods-Time Measurement*

Vivemos numa sociedade com recursos cada vez mais escassos, sendo o grande objetivo das empresas a satisfação do cliente final. Para ganharem vantagem competitiva, as organizações precisam cada vez mais de eliminar desperdícios, de modo a que seja possível obter produtos com qualidade, com menores custos e tempos de produção mais curtos. Sendo o grande objetivo a satisfação do cliente final, sendo necessário o desenvolvimento e a aplicação de técnicas que permitam a melhor utilização dos recursos disponíveis (Almeida & Ferreira, 2009). Uma das técnicas utilizadas na análise da produtividade nas empresas de produção automóvel é o *Methods-Time Measurement*. Sistemas de tempos pré-determinados são frequentemente usados para definir as cargas de trabalho na indústria, quantificando o tempo necessário para executar operações específicas (Di Gironimo *et al.*, 2012). “*Work*

measurement” é um termo utilizado na indústria que abrange várias formas de quantificar o tempo de processamento de uma operação. Os tempos *standards* são utilizados para o planeamento de recursos humanos, estimativa de custos de trabalho, cálculo da produtividade dos operadores, programação do trabalho e orçamentação. Para o trabalho de tempo de ciclo curto, até cerca de dois minutos de duração total, a “medição” pode ser efetuada por um grupo de métodos conhecido na literatura como *predetermined motion time systems* (Di Gironimo *et al.*, 2012).

A determinação dos tempos das operações é uma preocupação constante das organizações, desde o século XVIII, para melhorar o método de trabalho e eliminar operações inúteis que não adicionavam valor às atividades em análise (Silveira *et al.*, 2002). A redução de movimentos inúteis resultando assim em redução de tempo e consequentemente em redução de custos das atividades.

Frank Gilbreth (1868-1924) e sua esposa e colaboradora Lilian Gilbreth detalharam ainda mais as divisões e subdivisões das operações no trabalho industrial, com a ajuda de filmes e técnicas fotográficas, com o objetivo de aumentar a produtividade e diminuir o cansaço dos operadores (Silveira *et al.*, 2002).

Métodos de análise de trabalho foram utilizados nos países industrializados em maior escala a partir de 1930, sendo que a metodologia MTM, define o tempo necessário para um operador qualificado desempenhar as operações (Laring *et al.*, 2002). Em 1948, o sistema foi consolidado com a publicação do livro “*Methods-Time Measurement*” (Silveira *et al.*, 2002).

Sabendo da importância do tempo nas suas operações diárias, muitas empresas investem na metodologia MTM para determinar os tempos dos seus processos produtivos. Taiichi Ohno citado por Melo & Brito (2014) afirma que uma indústria não deve produzir o máximo de produtos possível, mas produzir apenas o necessário com o menor custo e esforço. Essa visão é o principal objetivo do balanceamento da produção através do estudo de tempos pré-determinados, em que se maximiza a produtividade reduzindo, na medida do possível, a mão-de-obra utilizada.

O MTM é uma técnica de determinação de tempos, a partir do estudo dos movimentos humanos necessários para a execução de uma operação de trabalho. Através da aplicação da metodologia MTM é possível selecionar, ainda na fase de planeamento, o melhor método de trabalho. O MTM pode ser utilizado em qualquer atividade onde seja necessário o planeamento, organização e a execução de processo de trabalho (Associação MTM Portugal, 2010). Segundo Borba *et al.* (2008) a metodologia MTM pode ser aplicada para: i) a configuração dos métodos de trabalho e produtos: planejar os métodos de trabalho, elaboração de diretrizes para a configuração dos meios de produção, de ferramentas, do fluxo de material e da configuração do produto; ii) medir tempos: definir tempos de referência; iii) instrução de trabalho: descrição do método de trabalho na forma de um documento referência.

O MTM sendo um instrumento de descrição, estruturação, conceção e planeamento de trabalho que usa módulos definidos, resulta num padrão para sistemas de produção de capacidade elevada (Associação MTM Portugal, 2010). Os principais objetivos (figura 2.11) passam por:

1. Criar processos transparentes;
2. Identificar potenciais reduções de custos;
3. Aplicar os princípios da Ergonomia;
4. Planejar o trabalho gerando resultados;
5. Documentar o processo de trabalho detalhadamente.

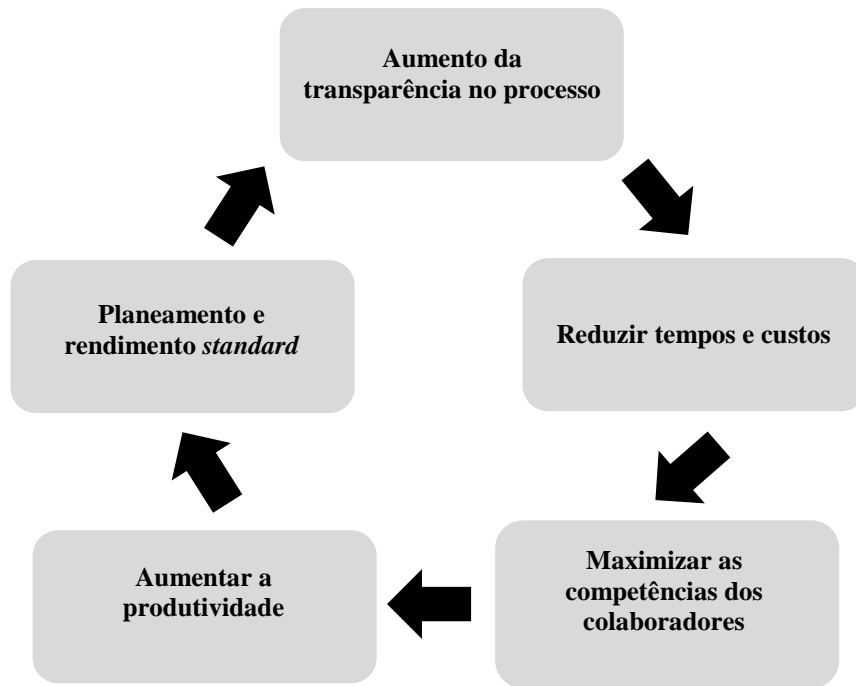


Figura 2.11 – Interligação dos objetivos da metodologia MTM
Adaptado de: Associação MTM Portugal (2010)

Sistemas de tempo pré-determinados exigem uma análise detalhada do método de trabalho, em que cada movimento do operador deve ser analisado. Esta abordagem facilita a identificação de problemas, relacionados com o não acréscimo de valor, no trabalho que o operador executa (Cakmakci & Karasu, 2007), consequentemente são identificadas algumas vantagens do MTM (Associação MTM Portugal, 2010; Borba *et al.*, 2008):

1. Planeamento: uma ferramenta de descrição, estruturação e planeamento de sistemas de trabalho. Métodos de trabalho e tempos de execução podem ser determinados detalhadamente mesmo antes de se iniciar a operação. Ao fazer uma análise criteriosa do método desenvolvido, já se pode identificar o método ideal ainda na fase do planeamento;
2. Transparência de informação: justificação de eventuais necessidades de mão-de-obra, justificação de eventuais investimentos na linha de produção;

3. Balanceamento da linha de produção: avaliar com clareza a distribuição de mão-de-obra na linha de produção, maior precisão nos projetos de melhoria/alteração da linha;
4. Aumento da competitividade: é possível reduzir tempos e custos, resultando em um aumento da produtividade e consequentemente da competitividade;

Segundo Oliveira *et al.*, (2011) existem dificuldades na implementação da metodologia MTM, destacando-se: i) necessidade de formação em MTM para os profissionais que desenvolvem os estudos; ii) grande esforço para alimentar a base de dados, é um estudo que implica uma descrição detalhada e a avaliação das operações que operador executa; iii) problemas com o planeamento do *mix* de produção que sobrecarrega diversos postos de trabalho, se for incorretamente planeado; iv) as diferentes áreas de uma organização entenderem realmente o que é o MTM; v) comprometimento da gestão de topo em investir nestes estudos; vi) tratar o MTM como parte integrante do processo estratégico da organização.

O MTM original é conhecido como MTM-1. Salvendy (2001) citado por Razmi & Shakhs-Niyae (2008) refere que modificações foram feitas para fornecer sistemas mais fáceis e rápidos, reduzindo o número de opções de análise do movimento e o tempo. Surgiu, então, o MTM-2, o MTM-3, o MTM-SD (produção em série, dados *standard*), o MTM-MEK (produção de pequenas séries), o MTM-UAS (sistema de análise universal), o MTM-V (usado em operações de corte de metal), o MTM-M (para avaliar o trabalho com microscópio), o MTM-TE (testes eletrônicos), o MTM *ProKon* (estudo de processos de produção na fase de conceção e desenvolvimento do produto) e o MTM Logística (quantifica processos e tempos logísticos).

De seguida é feita a referência às metodologias mais utilizadas nas organizações: o MTM-1, o MTM-SD, o MTM-UAS, o MTM-MEK e o MTM Logística.

2.4.1. MTM-1

O MTM-1 (figura 2.12) foi desenvolvido a partir de centenas de milhares de atividades em todas as situações de trabalho individual. Cada atividade foi dividida em elementos de atividade básicos que foram considerados semelhantes e intermutáveis entre diferentes atividades industriais (Cabeças, 2005). Desenvolvido para a produção em massa e de grande série, o MTM-1 exige um elevado grau de organização do sistema de trabalho, com uma variação mínima de modo de trabalhar. O sistema permite uma descrição pormenorizada dos movimentos humanos (Associação MTM Portugal, 2010). Assim, o MTM-1 é utilizado para atividades mais detalhadas que necessitam de uma análise dos movimentos mais criteriosa.

2.4.2. MTM-SD (*Standard*)

Desenvolvido para a produção em série a partir do sistema MTM-1, é constituído por tempos agregados aditivamente (figura 2.12). As análises podem ser executadas mais rapidamente, mas com uma pequena perda de exatidão (Associação MTM Portugal, 2010).

2.4.3. MTM-UAS (*Universal Analyzing System*)

O MTM-UAS (figura 2.12) é utilizado para a definição de um fluxo de trabalho (Cakmakci e Karasu, 2007) e é usado em indústrias com volumes produtivos elevados, e.g indústria automóvel. Essas indústrias apresentam: i) operadores experientes; ii) conteúdo de trabalho bem definido; iii) alto nível de organização do trabalho; iv) fluxo de produção bem definido.

O UAS é muito utilizado na indústria automóvel para a análise de processos em que a média se encontra no intervalo de um a três minutos, sendo implementada para se efetuar o balanceamento da linha de produção (Di Gironimo *et al.*, 2012).

Com a utilização do MTM-UAS é possível determinar o melhor método de trabalho visando obter um tempo de operação *standard*, além de proporcionar a padronização do método de trabalho. O UAS possui tempos pré-determinados para cada movimento realizado, considerando também a distância percorrida pelo operador e o peso das peças que podem estar a ser manuseadas em cada processo. A predeterminação dos movimentos visa obter com exatidão o tempo de operação, sem a influência de qualquer meio externo. Muitas atividades podem ser evitadas ou apenas simplificadas, mas também existem casos em que a distância percorrida pode ser reduzida (Melo & Brito, 2014).

Como a metodologia MTM-UAS é baseada em tempos pré-determinados, também é utilizada para realizar simulações de operações, planeamento do posto de trabalho e obter o melhor processo de trabalho. Assim, é possível avaliar cenários de operações sem ser necessário parar uma linha de produção, pelo que um estudo MTM-UAS para além de ser uma ferramenta de medição também é uma ferramenta de melhoria (Melo & Brito, 2014). O MTM-UAS será a metodologia utilizada para a avaliação dos postos de trabalho analisados no capítulo 3 desta dissertação.

2.4.4. MTM-MEK (*Unit and small series production*)

O MTM-MEK (figura 2.12) é o sistema de análise concebido para características de produção de pequena série. São dominantes longos ciclos de trabalho, grandes variações no modo de trabalhar e pouca rotina na execução das tarefas. É indicado para a construção de ferramentas, de tarefas de manutenção, de trabalhos típicos de pequenas oficinas manuais, e de oficinas de reparação automóvel e para elaborar planeamentos e orçamentos rápidos (Associação MTM Portugal, 2010).

2.4.5. MTM Logística

O MTM Logística alarga a aplicação da metodologia MTM à maioria das empresas, analisando: i) atividades com diferentes meios de transporte (e.g. empilhadoras, paletização manual); ii) as operações de *handling* (e.g. organização de caixas, *racks*, abertura e fecho de embalagens). Assim, há uma maior facilidade no apuramento de tempos dos meios de transporte e de tarefas manuais ligadas aos processos logísticos (Associação MTM Portugal, 2010; MTM UK, 2015).

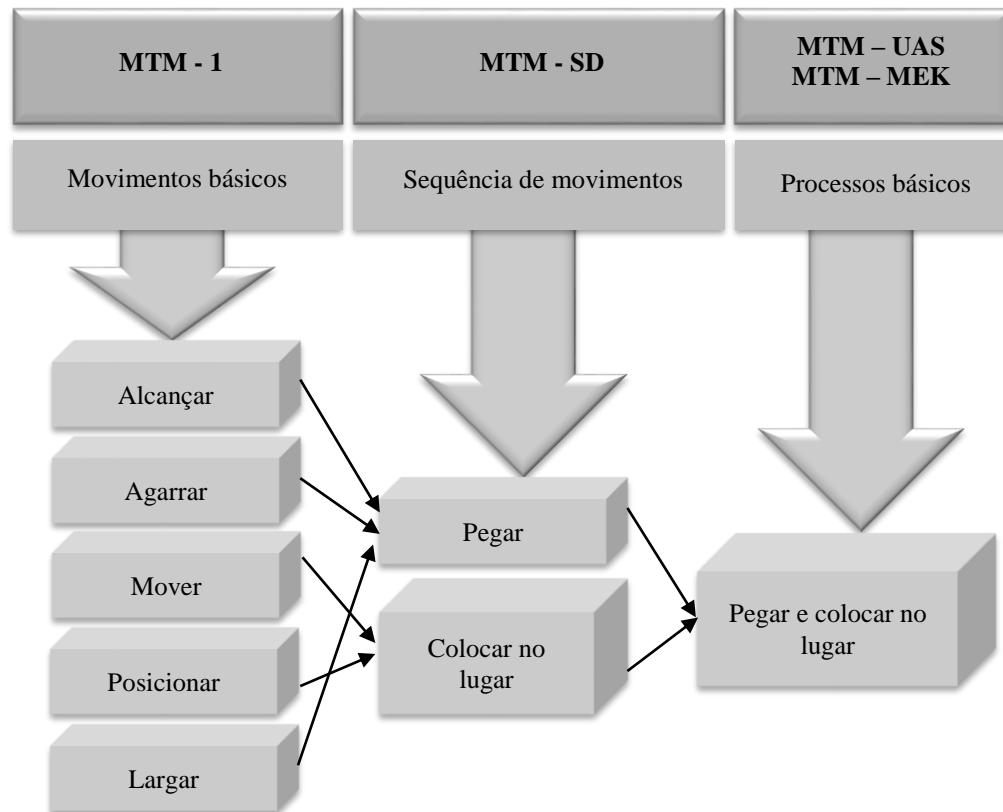


Figura 2.12 – Agrupamento de movimentos MTM
Adaptado de: Borba *et al.* (2008)

De acordo com Almeida & Ferreira (2009) o processo de aplicação MTM deve ser concebido como um processo de melhoria contínua e aponta seis etapas para a sua aplicação a um posto de trabalho. Deve ser selecionada uma ou várias operações a analisar, fazer uma decomposição de cada operação em elementos de menor dimensão (as suboperações), aplicar a sequenciação de forma a organizar as suboperações. Após esta organização, é descrito a sequência de movimentos que constituem cada suboperação e é atribuído um código MTM tabelado, com este estudo, é obtido o tempo *standard* da operação (o *output* da metodologia MTM) (figura 2.13).

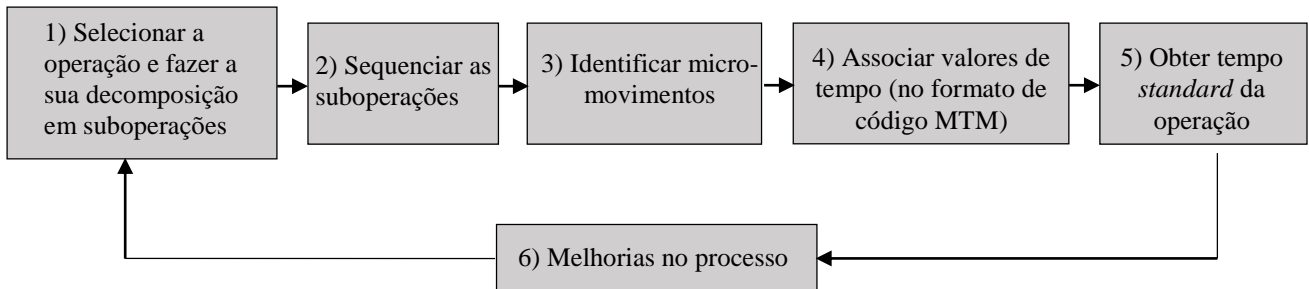


Figura 2.13 – Processo de melhoria contínua na aplicação do MTM a um posto de trabalho
Adaptado de: Almeida & Ferreira (2009)

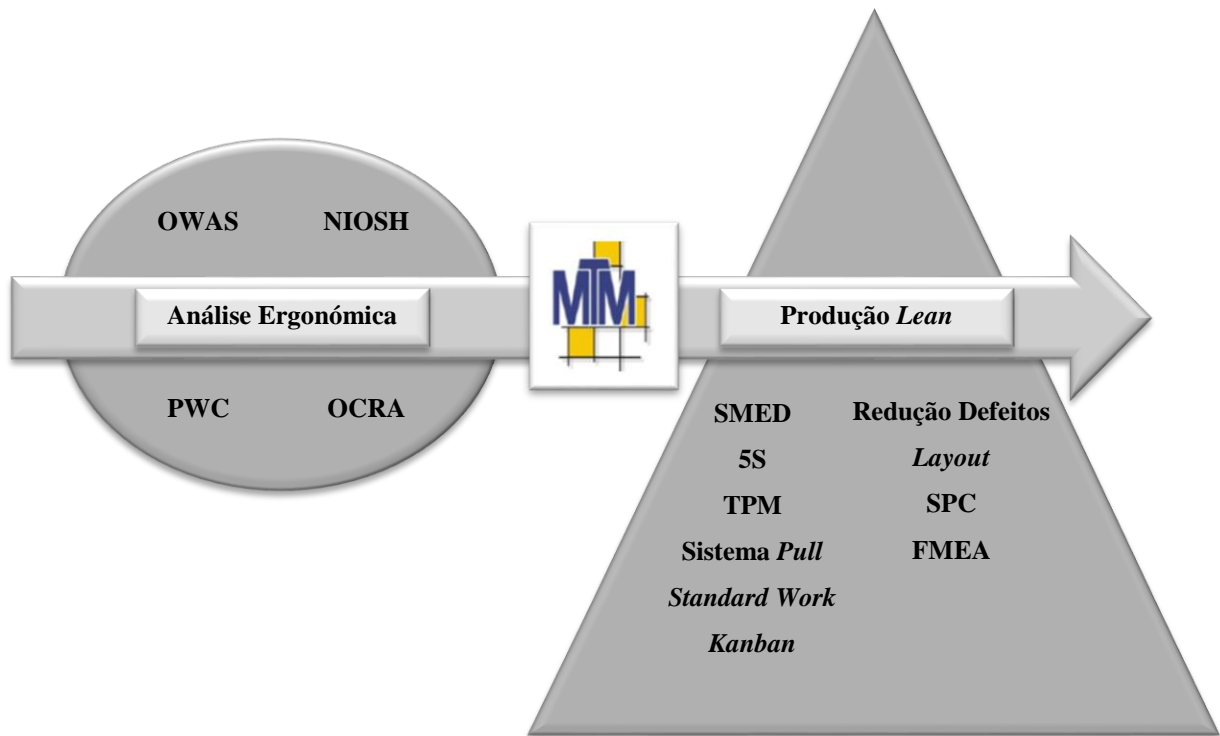
2.4.6. O MTM, o *Lean* e a Ergonomia

O MTM pode ser combinado com outras áreas do conhecimento Oliveira *et al.* (2011) destacam:

1. O *Lean*: o MTM e o *Lean* têm em comum o objetivo da redução de custos através da eliminação de desperdícios. Porém, enquanto a produção *Lean* “olha” para o processo como um todo, o MTM foca-se nos processos produtivos com destaque nas atividades humanas.
2. Ergonomia: durante os estudos MTM os fatores ergonómicos podem ser sempre considerados pois, ao analisar-se detalhadamente as atividades dos operadores, podem ser analisados os aspetos ergonómicos e, com isso, melhorá-los. Esta combinação permite melhorar a produtividade, ao mesmo tempo que se diminuiu os custos associados a lesões ergonómicas.

2.4.7. Posicionamento do MTM

A figura 2.14 mostra onde se posiciona a metodologia MTM. Como referido na secção 2.4.6, ao fazer-se uma análise MTM podem também ser analisadas as posturas do operador e avaliar ergonomicamente o posto de trabalho. Existe proximidade do MTM com o *Lean*, uma vez que é objetivo de ambos a redução de desperdícios e, consequentemente, de custos.



OWAS: *Ovaco Work Analysis System*
 NIOSH: *National Institute Occupational Safety & Health*
 PWC: *Physical Work Capacity*
 OCRA: *Occupational Repetitive Actions*
 SMED: *Single Minute Exchange of Die*
 TPM: *Total Productive Maintenance*
 SPC: *Statistical Process Control*
 FMEA: *Failure Mode and Effects Analysis*

Figura 2.14 – Posicionamento do MTM, Ergonomia e *Lean*
 Adaptado de: Associação MTM Portugal (2010)

2.4.8. Evitar desperdícios

A Associação MTM Portugal (2010) refere um exemplo ilustrativo onde se torna evidente o ganho de produtividade, em termos de tempo, com a redução de distâncias de trabalho, operações com as duas mãos, tempo de controlo de manuseamento, posicionamento de ferramentas de trabalho e movimentação corporal.

As atividades de valor acrescentado devem ser otimizadas, sejam os processos e os métodos de trabalho, seja o próprio local de trabalho. As atividades que não acrescentam valor são consideradas desperdícios, portanto, devem ser evitadas (figura 2.15).

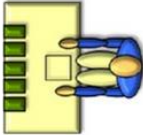

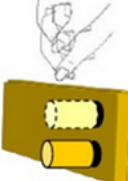

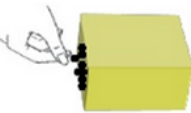


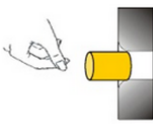


	Desperdício	Racionalizado	Nota	Ganho de produtividade (em termos de tempo)
Redução de distâncias			Distâncias curtas aumentam a produtividade	29%
Operações com duas mãos			Utilização das duas mãos maximiza a produtividade	31%
Redução do tempo de controlo			Utilização de sistemas de apoio ao manuseamento	36%
Ajudas de posicionamento			Design concebido para facilitar operações de montagem	38%
Movimentos do corpo			Evitar movimentos do corpo desfavoráveis	62%

Figura 2.15 – Evitar desperdícios com alteração dos métodos e/ou do posto de trabalho
Adaptado de: Oliveira *et al.* (2011); Associação MTM Portugal (2010)

2.5. Síntese do Capítulo

Neste capítulo foi apresentada a pesquisa e a revisão da literatura, de quatro pontos complementares: o paradigma produtivo atual; a gestão de produção *Lean*, praticada de alguma forma em inúmeras organizações de pequena e grande dimensão; análise de linhas de produção, e por fim, o enquadramento e explicação, de uma forma geral, da metodologia *Methods-Time Measurement* (MTM), utilizada na análise de postos de trabalho de várias organizações industriais.

Num mercado cada vez mais exigente e competitivo como o automóvel, as construtoras procuram soluções para avaliar os seus processos produtivos de forma a serem desenvolvidos projetos que implementem melhorias no chão de fábrica e, se possível, reduzam custos operacionais. O paradigma *Lean* assenta nessa visão de identificação e eliminação do que não acrescenta valor e, nesse sentido, as empresas procuram recursos humanos com capacidade de analisar e desenvolver ações que permitam ganhos de eficiência.

A metodologia MTM permite “mapear” com detalhe os processos desenvolvidos pelo operador no posto de trabalho, analisando o que acrescenta e não acrescenta valor à produção. Assim, é possível determinar os tempos e, por consequência, as cargas de trabalho, fundamentais para balancear a linha de produção.

Capítulo 3 – Caracterização do Caso de Estudo e Diagnóstico

Este capítulo tem como objetivo fazer uma breve caracterização da indústria automóvel, caracterizar a organização e dar a conhecer ao leitor a metodologia utilizada, para a avaliação da produtividade dos postos de trabalho que serão analisados, a metodologia *Methods-Time Measurement – Universal Analyzing System* (MTM-UAS).

O capítulo prossegue com a apresentação dos postos de trabalho onde o estudo é desenvolvido. Serão estudados postos de trabalho em duas áreas de produção distintas: a Área de Montagem e a Área de Expedição da fábrica. Apresentar-se-ão os resultados do estudo efetuado, resultados em termos de cargas de trabalho para todos os postos de trabalho e as folhas de trabalho *standard*, que foram desenvolvidas particularmente para a Área de Montagem.

2.1.A Indústria Automóvel no Mundo

A indústria automóvel teve uma notável evolução nos últimos sessenta anos, com uma produção que passou dos 10 milhões de veículos por ano, para números superiores a 90 milhões no ano de 2015 (INTELI, 2005; OICA; 2016). Esta indústria atravessou uma profunda alteração na sua organização, o veículo evoluiu no sentido de se tornar um produto cada vez mais complexo e orientado para as necessidades específicas de um mercado que tende a segmentar-se cada vez mais. O grande esforço realizado pelos japoneses a partir da década de cinquenta do século passado, veio revolucionar a produção e a indústria automóvel, que se tornou cada vez mais global, à medida que os construtores foram instalando fábricas fora da sua região de origem, ultrapassando barreira ao livre comércio (INTELI, 2005).

A concorrência nesta indústria é enorme, e as construtoras reúnem esforços para colocar no mercado produtos que lhes permitam maximizar as suas vendas. No ano de 2015, a *Toyota* destacou-se ao ser o construtor a nível mundial com o maior número de vendas, com cerca de 10,08 milhões de veículos vendidos, seguindo-se o Grupo *Volkswagen* com 9,93 milhões e a *General Motors* com 9,8 milhões (Forbes, 2016).

A figura 3.1 apresenta a produção de veículos a nível mundial por região, no ano de 2015. Segundo os dados estatísticos da Organização Internacional dos Construtores Automóveis, no ano de 2016 a Ásia e a Oceânia destacam-se na produção automóvel a nível mundial, com mais de 47 milhões de veículos produzidos. Este destaque deve-se ao crescimento do mercado chinês com mais de 24,5 milhões de veículos produzidos em 2015, enquanto o Japão contribuiu com a produção de mais de 9 milhões de veículos. A Europa destaca-se como sendo o segundo continente que mais produziu em 2015, muito devido ao contributo da Alemanha com mais de 6 milhões de veículos produzidos. No mercado NAFTA

o maior contributo é dos Estados Unidos com mais de 12 milhões, enquanto no mercado sul-americano, destaca-se o Brasil com mais de 2 milhões de veículos produzidos. O continente africano apresenta uma produção residual, em que se destaca a produção na África do Sul com uma produção no ano de 2015 na ordem dos 615 mil veículos.

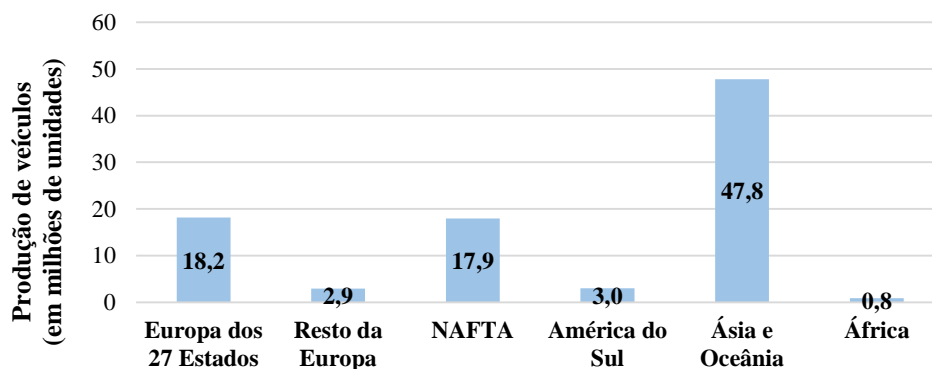


Figura 3.1 – Produção de veículos no ano de 2015 por região
Adaptado de: OICA (2016)

2.2.A Indústria Automóvel em Portugal

A indústria automóvel portuguesa têm como marco o ano de 1962, quando na época foi criada a “Lei da Montagem”, que proibia a importação de veículos completamente produzidos e exigia que os automóveis fossem montados localmente. As grandes empresas de produção automóvel abriram em Portugal, nessa época, fábricas sobretudo de montagem de veículos. Na década de oitenta foi feito o primeiro grande projeto de produção de veículos, exclusivamente em Portugal. A *Renault* avançou com uma unidade de produção de veículos em Setúbal, a criação de uma fábrica de órgãos mecânicos em Cacia e a reestruturação de uma fábrica de fundição na Guarda. Extinto em 1998, o projeto *Renault*, permitiu o desenvolvimento de empresas fornecedoras de componentes, formou operadores, quadros especializados e gestores que transitaram da *Renault* para os fornecedores (INTELI, 2005).

A *Opel* Azambuja foi uma outra unidade produtiva importante, com origem em 1963, era na época uma fábrica apenas de montagem, a fábrica adaptou-se e chegou a ter uma capacidade de produção de 70 mil unidades por ano, em 2002. No entanto, fechou portas em 2006 devido a deslocalização da sua produção para uma fábrica espanhola, por questões financeiras a *General Motors* considerou esta fábrica em Portugal desvantajosa (INTELI, 2005).

Atualmente, produzem veículos em Portugal quatro fábricas: i) a *PSA Peugeot Citroën*, em Mangualde, que produz dois modelos distintos; ii) a *Mitsubishi Fuso Truck*, no Tramagal, que produz o comercial *Canter* na versão ligeira e pesada; iii) a *Toyota* Caetano, com uma fábrica localizada em Ovar, que produz um único modelo para exportação no mercado da África do Sul e a iv) *Volkswagen* Autoeuropa, o maior produtor automóvel em Portugal, com um impacto de cerca de 1% no Produto

Interno Bruto, e um impacto de cerca de 4% nas exportações nacionais (*Volkswagen Autoeuropa*, 2013a).

A figura 3.2 apresenta os resultados comparativos da produção automóvel em Portugal no período de 2012 a 2015. É também comparada a produção da *Volkswagen Autoeuropa* com a produção total das restantes fábricas (a *PSA Peugeot Citroën*, a *Mitsubishi Fuso Truck* e a *Toyota Caetano*), como se observa, para a produção total anual a Autoeuropa, têm um grande peso. No ano de 2015, a Autoeuropa representou 65,2% de toda a produção nacional, seguindo-se a *PSA Peugeot Citroën* e a *Mitsubishi Fuso Truck* com 29,8% e 4,0%, respetivamente, na última posição surge a *Toyota Caetano* com apenas 1,0% do total de produção nacional.

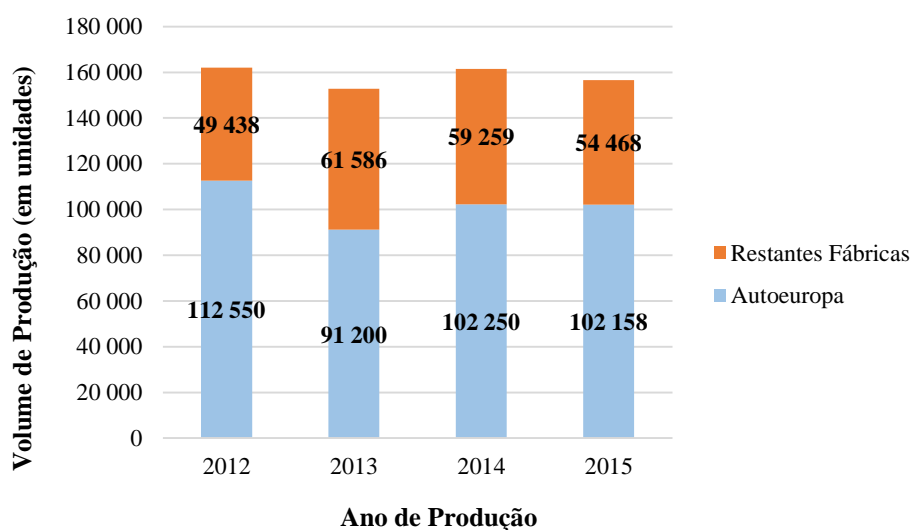


Figura 3.2 – Produção automóvel em Portugal nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015
Adaptado de: ACAP (2016)

É também interessante verificar qual é a evolução em termos de mercado de destino da produção automóvel nacional. Na figura 3.3 é comparado o mercado de destino da produção da *Volkswagen Autoeuropa* com as restantes três fábricas. Pode observar-se que grande parte da produção automóvel nacional é exportada. No período de 2012 a 2015 a *Volkswagen Autoeuropa* exportou mais de 99% da sua produção anual, já as restantes fábricas na totalidade da produção anual para o mesmo período, também apresentam um elevado número de exportações.

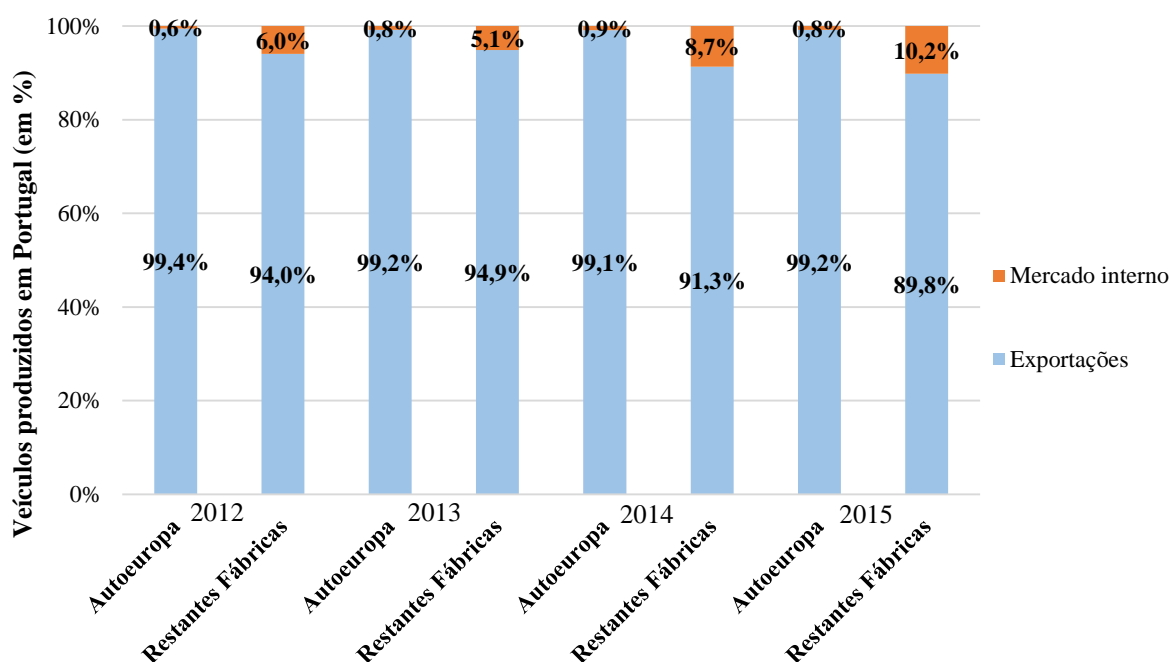


Figura 3.3 – Mercado de destino da produção automóvel nacional nos anos de 2012 a 2015
Adaptado de: ACAP (2016)

2.3.A Volkswagen Autoeuropa

2.3.1. A História

A *Volkswagen Autoeuropa* é detida pelo Grupo *Volkswagen*. Este Grupo detém negócios no setor financeiro; fábricas de produção de motores, peças e componentes; fábricas de produção de veículos pesados e comerciais e fábricas de produção de veículos de passageiros (40 em todo o mundo, das quais, 22 fábricas estão localizadas na Europa). O Grupo é composto por 11 construtores distintos: a *Audi*, a *Bentley*, a *Bugatti*, a *Ducati*, a *Lamborghini*, a *MAN*, a *Porsche*, a *Scania*, a *Seat*, a *Skoda* e a *Volkswagen* (*Volkswagen Navigator*, 2014).

A *Volkswagen Aktiengesellschaft* e a *Ford Motor Company* iniciaram projetos, no início da década de noventa, com o objetivo de colocar produtos no mercado dos monovolumes, mais conhecido como mercado dos MPV's (*Multi-purpose vehicles*). No seguimento de uma *joint-venture* entre os dois construtores, foi tomada a decisão de ser construída uma fábrica de raiz. Uma conjugação de interesses diversos levou a ser tomada a decisão da construção dessa fábrica em Portugal, um país que tinha entrado na época, recentemente na Comunidade Económica Europeia e, existia também, um grande interesse do Governo Português em captar investimento estrangeiro. De entre três localizações possíveis, uma no norte de Portugal, outra junto a Sines e a última no concelho de Palmela, foi decidido construir a fábrica em Palmela (Alves, 2005).

Em abril de 1995 foi inaugurada a *Volkswagen Autoeuropa*. A produção dos primeiros modelos o *Volkswagen Sharan* e o *Ford Galaxy* surgiram em maio de 1995, a produção do primeiro modelo *Seat Alhambra*, teve início em fevereiro de 1996. Em 1999, o Grupo *Volkswagen* assumiu os 100% do capital social da Autoeuropa. O ano de 2005 foi marcado pelo início de produção do *Volkswagen Eos*, sendo no ano de 2006, produzido o último *Ford Galaxy* e anunciado também nesse mesmo ano a atribuição do *Volkswagen Scirocco*, que viria a iniciar a produção em 2008. Os anos de 2009 e 2013, representaram marcos importantes na fábrica: em 2009 foi implementado o conceito de linha única, o que permite a produção de todos os modelos em uma única linha de produção, sendo atingidos os 2 milhões de veículos produzidos em 2013. O ano de 2015 representou mais uma viragem na produção, com o fim de produção do *Volkswagen Eos* em julho de 2015 e o anúncio não oficial, de produção de um novo modelo em 2017. (*Volkswagen Autoeuropa*, 2013a; *Diário Económico*, 2015).

A *Volkswagen Autoeuropa* foi um dos maiores investimentos industriais em Portugal. Com um investimento inicial de 1970 milhões de euros distribuídos por: implementação da fábrica (1282 milhões de euros), desenvolvimento do produto (479 milhões de euros) e formação e lançamento (209 milhões de euros). Em 2003 e em 2007 foram investidos mais 600 milhões de euros e 500 milhões de euros, respetivamente, para a preparação de novos produtos (*Volkswagen Autoeuropa*, 2013a). Em 2014, foi assinado um contrato entre a Autoeuropa e a AICEP para o investimento de 670 milhões de euros entre os anos de 2014 e 2018, investimento que permite aumentar a capacidade de produção da fábrica e introduzir a plataforma modular transversal (MQB), que possibilita a produção de vários modelos de marcas diferentes, na mesma linha de produção.

A Autoeuropa têm ainda um parque industrial, com quinze fornecedores, uma academia de formação e uma Unidade de Negócio de Cunhos e Cortantes que produz ferramentas e peças prensadas para o grupo *Volkswagen* (*Volkswagen Autoeuropa*, 2015a, 2015b).

2.3.2. Área de Engenharia Industrial e *Lean Management*

Antes de ser feita uma pequena abordagem às áreas onde o estudo é desenvolvido, é importante perceber quais são as áreas *core*, que definem toda a estratégia da fábrica. A figura 3.4 apresenta a estrutura organizacional da *Volkswagen Autoeuropa*.

O estudo desta dissertação é desenvolvido na produção, concretamente, na Área de Montagem, mas afetado pela área de Engenharia Industrial e *Lean Management*. Esta área atua em diferentes campos estratégicos de forma a serem cumpridos os objetivos de produtividade e melhorar a eficiência da fábrica. Estes campos são: i) o Sistema de Produção Onda 1 e 3 (alcançar processos de produção eficientes); ii) o Sistema de Produção Onda 2 (otimizar processos indiretos); iii) a Monitorização Estratégica (monitorizar o desempenho); iv) a Melhoria Contínua (contribuir para a inovação da fábrica); v) a Inovação (gerir os processos de inovação); vi) o *Lean Center* (formar os colaboradores);

vii) a Engenharia Industrial Estratégica (gerir o indicador de produtividade) e viii) a Engenharia Industrial (gerir o tempo de produção).

A Engenharia Industrial têm o objetivo de maximizar a produtividade da fábrica, definindo o número de operadores diretos necessários para a construção de um determinado volume de veículos e definindo o tempo de operação de cada posto de trabalho. Esta área atua nas quatro áreas de produção (Área de Prensas, Área de Carroçarias, Área de Pintura e Área de Montagem) e na Qualidade, implementando melhorias nos postos de trabalho de forma a cumprir objetivos de produtividade previamente definidos. É também função da Engenharia Industrial coordenar *workshops* de produtividade, compostos por equipas multidisciplinares. Participam nestes *workshops*, *managers*, supervisores, *team leader*, representantes da comissão de trabalhadores, Área de Logística, Área de Qualidade, Área de Planeamento, Área de Ergonomia, Área de Segurança, Área de Engenharia Industrial e Sistema de Produção. Estes *workshops* são desenvolvidos em equipa e pretendem melhorar processos produtivos e reduzir desperdícios, o representante da Engenharia Industrial têm a função de obter os tempos e as cargas de trabalho para as alterações de processo que possam ser sugeridas para os postos de trabalho (Volkswagen Autoeuropa, 2015c).

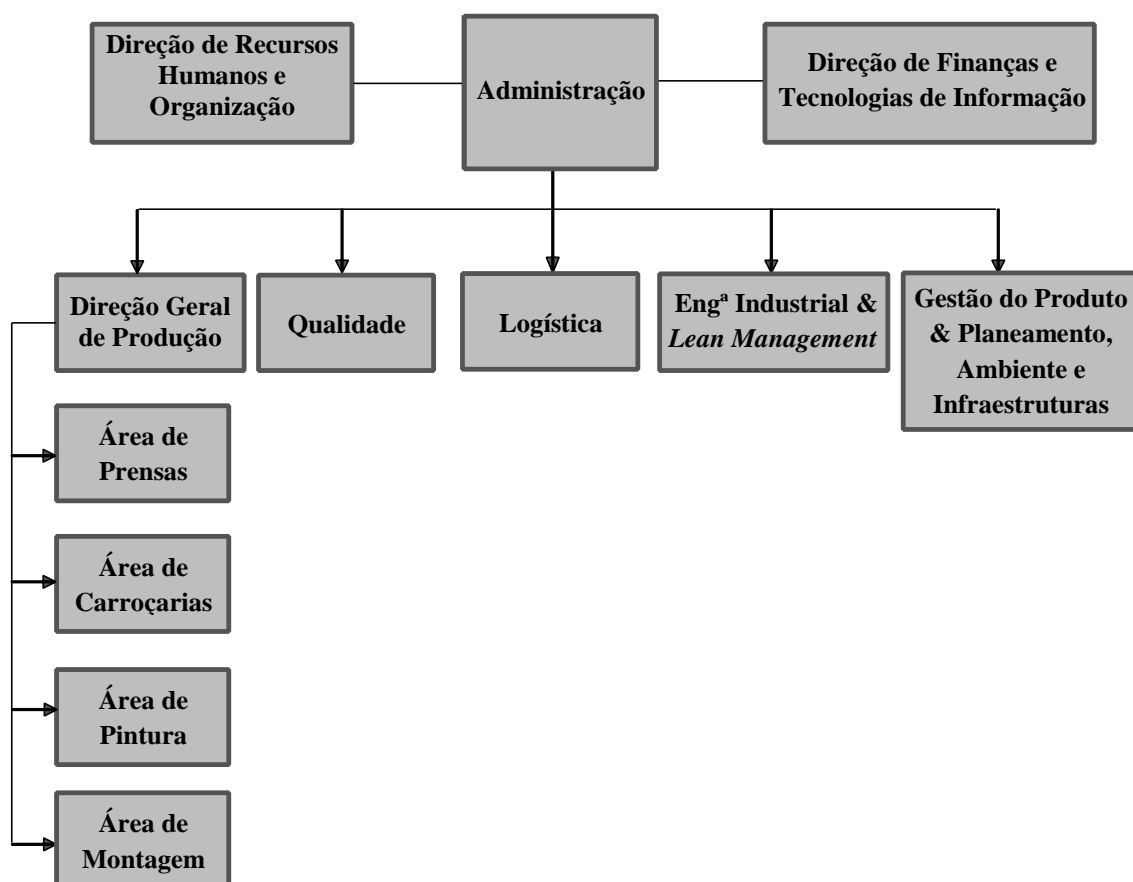


Figura 3.4 – Estrutura organizacional da Volkswagen Autoeuropa
Adaptado de: Relatório de Sustentabilidade (2012)

2.3.3. O Processo Geral de Produção

Na *Volkswagen* Autoeuropa existem quatro áreas de produção: a Área de Prensas, a Área de Carroçarias, a Área de Pintura e a Área de Montagem. De seguida, de uma forma muito geral, é feita uma pequena descrição do processo de produção das quatro áreas (figura 3.5), sendo mais pormenorizado o processo na Área de Montagem, uma vez que o estudo desta dissertação é desenvolvido nesta área de produção.

Na área de prensas é onde se inicia o processo de produção. As bobines de chapa de aço são transformadas, por execução de processos de corte, em chapas de menores dimensões com formatos bem definidos (as platinas). Estas chapas são posteriormente estampadas, dando origem a painéis simples. Estes painéis são armazenados em locais específicos, abastecendo a produção da Área de Carroçarias. A produção nesta área é realizada por lotes.

Na Área de Carroçarias, é onde são executados os processos de montagem das várias chapas provenientes da Área de Prensas, juntamente com algumas peças entregues por fornecedores externos. Existem aqui várias formas de unir as peças metálicas, desde a tradicional soldadura por pontos e colas, até à soldadura a *laser*. Esta é a área de produção com o grau de automatização mais elevado.

Na Área de Pintura, o produto em processo de produção, proveniente da Área de Carroçarias, é exposto a vários tipos de “banhos”, que têm como objetivo retirar sujidades presente no metal e ser aplicado uma proteção anti-corrosão, que garante a qualidade e longevidade do veículo. As cabines e fornos presentes na pintura permitem operações manuais e automáticas de acordo com o processo de produção: i) desengorduramento e fosfatação; ii) banho anti-corrosão; iii) aplicação de vedantes para prevenção de ruído e entrada de água; iv) aplicação de tinta primária contra raios ultravioleta e gravilha, e por fim, v) o acabamento com a tinta de cor, o verniz e a cera de proteção anti-corrosão. Nesta área de produção existe um sistema de armazenamento automático e temporário das carroçarias já prontas, permitindo sequenciar estas, de acordo com os pedidos da Área de Montagem, a área cliente da pintura.

Após o processo de pintura o produto está em condições para que possam ser efetuadas as montagens. As carroçarias, devidamente sequenciadas, são recebidas através de um túnel que liga diretamente a Área de Pintura com a Área de Montagem. Na Área de Montagem, todos os componentes e peças que serão montados na carroçaria, vão de encontro à especificação imposta pelo cliente, e.g. a transmissão, o *cockpit*, os bancos, entre outros. A Montagem é a área de produção, que têm o maior número de operadores e é também a área com a maior complexidade nas operações de produção. Apenas operações muito específicas são executadas por *robots*, as operações que exigem muita precisão ou que, por questões ergonómicas não podem ser executadas pelo operador.

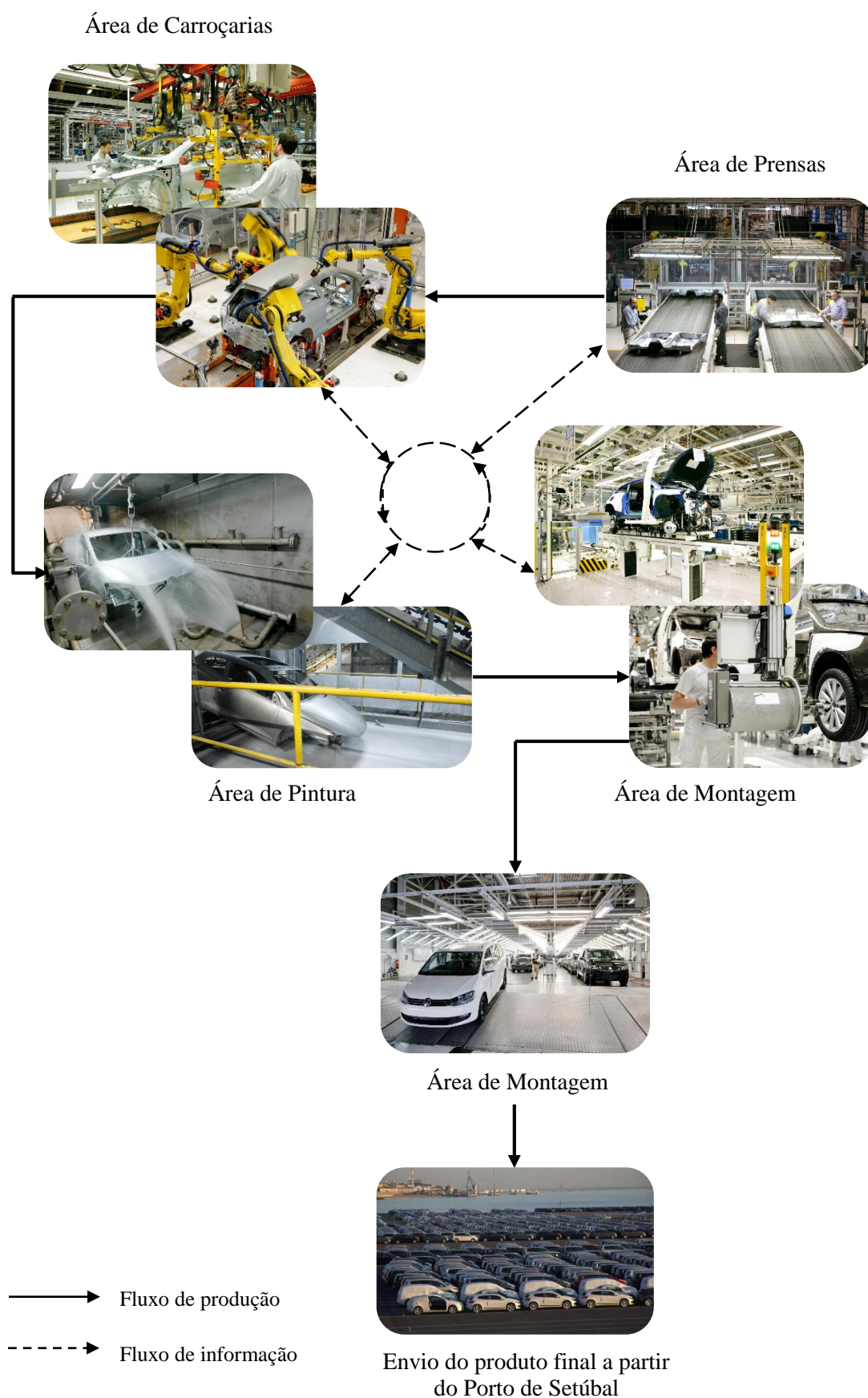


Figura 3.5 – Esquematisação geral do processo de produção da *Volkswagen Autoeuropa*
Adaptado de: *Volkswagen Autoeuropa* (2013b)

Como referido, as carroçarias são transportadas desde a Área de Pintura para Área de Montagem, em transportadores aéreos, segundo uma sequenciação pré-estabelecida. Na Área de Montagem, as carroçarias são transferidas através de um elevador, para transportadores ao nível do solo. Nesta parte inicial da linha de produção, de entre várias operações, destacam-se a marcação do VIN, a remoção de portas, a montagem do teto panorâmico, ou a colocação do *cockpit*. Após diversas montagens dentro do veículo e a montagem do compartimento do motor para preparação do *decking* (montagem do motor na carroçaria), é feito o transporte por meio de um transportador aéreo para uma linha de produção diferente. Nesse local são efetuadas operações no lado inferior da carroçaria, é feita a ligação do conjunto motriz, a montagem da frente do veículo (*frontend*), são operadas as últimas ligações inferiores (combustível, travões, zonas de arrefecimento e partes elétricas), são também feitas as finalizações superiores, ao nível do compartimento do motor, proteções inferiores da carroçaria e enchimentos. Terminada esta fase, em uma zona de transferência automática, o produto em processo de produção, é posicionado em um transportador de solo. Nesta fase produtiva, são montados o pára-brisas, as guias laterais, o tejadilho, painéis interiores e faróis traseiros. A seguir, em mais uma zona de transferência automática, o veículo muda de sentido na linha. São colocados os assentos, as portas, as rodas e é ajustado o travão de mão/coluna de direção. Com o veículo já com as rodas colocadas, este é transferido para um novo transportador (um transportador de banda) onde se procede aos alinhamentos finais, são feitos vários testes elétricos e é feito o primeiro arranque do motor. No final desta linha os veículos são transportados para os alinhamentos de faróis e teste de rolos. Após estes testes os veículos são colocados em uma linha de primeiro *checkpoint* de Qualidade, seguindo para o teste de estrada e teste no túnel de água, após o qual, existe uma segunda linha de *checkpoint* de Qualidade, neste segundo *checkpoint* são verificados exaustivamente por vários operadores, o interior e o exterior de cada veículo. Se não existirem problemas no veículo este é colocado por um *driver* na Área de Expedição, a área onde o veículo é preparado com proteções no interior e no exterior, de forma a satisfazer os requisitos para o transporte que irá fazer até ao mercado de destino.

Além da linha de produção principal, há outras submontagens, nomeadamente submontagens de portas, acoplamento de motores e caixa, preparação de mesas de “*decking*” e submontagens de pequenos subgrupos de peças.

De forma a permitir o conceito de flexibilização da produção, a linha de produção da Área de Montagem permite que as operações, feitas nas várias estações de trabalho, sejam feitas em modelos diferentes. Desta forma é possível que veículos com processos de produção bastante distintos e, movidos em transportadores que têm dimensões adaptados a cada modelo, possam ser produzidos na mesma linha de produção, o que permite um fluxo de produção mais contínuo.

2.4.A Metodologia de Estudo

O estudo das operações no posto de trabalho permite criar procedimentos sistematizados, propondo sugestões para o operador efetuar o processo da forma mais correta, com a aplicação das ferramentas e materiais auxiliares às operações de produção nos momentos corretos do ciclo de trabalho. Com o estudo dos movimentos do operador, são analisados os movimentos efetuados na execução de um processo de produção, procurando-se dispor esses mesmos movimentos na melhor sequência possível, eliminando os movimentos desnecessários. O estudo dos movimentos é também uma poderosa ferramenta na redução de custos numa organização. A mão-de-obra é um fator crucial na determinação do custo de produção de um determinado produto e, desta forma, a gestão precisa de considerar os custos de mão-de-obra para o cálculo da produtividade. É função de uma determinada área de uma organização industrial, assegurar que os operadores diretos à produção sejam eficientes no seu turno de trabalho e não executem processos de trabalho de forma inútil e desnecessária, que não acrescentem valor à estratégia produtiva.

A análise dos movimentos do operador é uma técnica que permite uma análise detalhada de cada operação de trabalho, o procedimento consiste essencialmente: i) em compreender o processo do posto de trabalho; ii) filmar as operações a serem estudadas; iii) analisar o vídeo em detalhe; iv) registar os movimentos do operador com base na metodologia MTM e v) definir o processo de trabalho através do desenvolvimento de uma folha de trabalho *standard*. Um estudo MTM não analisa a rapidez dos movimentos efetuados pelo operador, mas analisa esses movimentos, com o objetivo de encontrar os movimentos mais eficientes, procura definir o método de trabalho mais produtivo, com maior facilidade de execução e menos fatigante. Fundamentalmente, procura-se estudar os movimentos efetuados pelo operador e não a sua velocidade de execução. O estudo dos movimentos procura determinar o tempo que permite a um operador qualificado, executar o (s) processo (s) de trabalho previamente definidos para o posto de trabalho.

O valor do trabalho é determinado pelos resultados obtidos, é a produtividade do operador que mede o seu valor para o empregador. O estudo dos movimentos é o sistema mais preciso que conhecemos atualmente para medir os resultados de trabalho, se aplicado por pessoas qualificadas e corretamente formadas, irá trazer resultados satisfatórios tanto para a organização como para o operador.

Para se iniciar uma análise MTM é necessário fazer uma análise detalhada do (s) posto (s) de trabalho (s). Para tal é necessário pedir autorização aos responsáveis pela produção e ao supervisor de área. Para determinar um tempo *standard* para as operações do posto de trabalho, o supervisor deve verificar antes de se iniciar o estudo, se os processos estão a ser corretamente executados pelo operador, o supervisor e o *team leader*, devem também informar com antecedência o operador que o estudo vai ser realizado e quais os objetivos do mesmo. O estudo MTM deve ser feito exclusivamente por colaboradores da organização que tenham qualificações para tal.

Para a execução de um estudo MTM, o responsável deve:

- i. Identificar a zona produtiva, bem como a estação e o posto de trabalho, fazer um registo do posto de trabalho, conhecer perfeitamente os processos feitos pelo operador no posto, observar com atenção a sequência de trabalho que o operador efetua e perceber exatamente onde inicia e onde acaba o ciclo de trabalho. Desta forma, é fundamental ser feito um primeiro registo das operações de trabalho observadas, de quais as ferramentas (ou auxiliares) de trabalho que o operador utiliza, os deslocamentos entre as bancadas de trabalho auxiliares, *racks* e o local efetivo na linha em que se executam as operações, e fazer um pequeno esboço do posto de trabalho;
- ii. Na fase seguinte, fazer o registo em formato de vídeo das operações do posto de trabalho. Para a elaboração de uma filmagem, é necessário explicar ao *team leader* e aos operadores qual o objetivo de fazer uma filmagem das operações de trabalho que estes executam na linha de produção, pedir autorização para efetuar essa filmagem e tentar cooperar e obter cooperação do operador. O vídeo é uma ferramenta fundamental, quando se faz uma análise do posto de trabalho e se faz uma descrição em detalhe das operações, consegue-se identificar de uma forma pormenorizada todos os movimentos do operador, podendo-se detalhar os movimentos que acrescentam valor à produção e os que são considerados puro desperdício. O vídeo constitui um registo permanente da operação de trabalho num dado momento, que pode servir para fazer comparações após possíveis alterações de processo. É também importante fazer o registo fotográfico das várias sequências de trabalho que o operador executa, estas fotos serão utilizadas na construção da folha de trabalho *standard* do posto de trabalho;
- iii. Numa terceira fase e analisando a informação recolhida na linha de produção, estudam-se as operações de trabalho e dividem-se estas em suboperações. Para uma correta análise das operações do posto de trabalho, deve-se subdividir cada operação em elementos mais pequenos, fazer a descrição desses elementos (as suboperações) e efetuar o estudo MTM, analisando-se cada movimento do operador. O somatório das suboperações constituem uma operação e o somatório das operações constituem o posto de trabalho, em termos de processo e de tempo. Ao fazer-se esta análise, pode-se observar em que operações o operador dedica um maior e um menor valor de tempo. A análise subdividida permite também, a inclusão de pequenos detalhes de trabalho no processo, que não poderiam ser incluídos, se fossem analisadas as operações num espetro mais amplo. Um estudo MTM para ser robusto, precisa de ser um estudo o mais detalhado possível das operações do posto de trabalho.

A metodologia MTM-UAS é particularmente utilizada na produção automóvel, analisando qualquer operação em movimentos básicos do operador, associando a cada movimento um código, influenciado pela natureza do movimento e pelas condições sob as quais cada movimento é executado. As tabelas 3.4 a 3.11 indicam os códigos para os vários movimentos de trabalho que o operador pode executar nas diversas situações de trabalho. A cada código está associado um tempo padrão respetivo, designado por

time measurement unit (TMU), sendo que a metodologia define que uma unidade de TMU é igual a um centésimo de milésimo de hora (0,00001h) o que equivale $1 \text{ TMU} = 0,036 \text{ segundos}$ (Barnes, 1977).

As unidades de tempo do MTM-UAS ao contrário do MTM-1 dispensam uma descrição detalhada de cada movimento efetuado pelo operador, descrevendo-se de uma forma mais generalizada os movimentos executados, e.g. quando o operador faz o *picking* de uma peça que está numa *rack* e posiciona numa mesa de trabalho, o UAS considera apenas um código e um movimento de pegar a peça na *rack* e posicionar na mesa, no MTM-1 é descrito e atribuído um código para o pegar e outro distinto para o posicionar.

A elaboração deste tipo de análise requer o conhecimento em detalhe do posto de trabalho, bem como a correta sequência do processo de trabalho que o operador deve executar. Os códigos e as respetivas unidades de tempo do MTM-UAS são apresentados na mesma sequência cronológica em que são realizadas as sequências operacionais, sendo importante que a sequência operacional seja subdividida em pequenas etapas, como referido anteriormente. O UAS é utilizado para descrever as sequências operacionais e apurar os tempos de trabalho de um operador qualificado que desempenhe a sua função com normalidade, trabalhando a um ritmo normal. Com esta metodologia, também é possível desenvolver a documentação de processo de trabalho com a indicação dos tempos determinados pela metodologia.

Existem sete elementos básicos no MTM-UAS que podem ser alvo de análise quando se estudam as ações efetuadas pelo operador: i) pegar e posicionar objetos; ii) posicionar adicional; iii) manuseamento de meios auxiliares; iv) operar equipamentos; v) ciclos de movimentos; vi) movimentos do corpo e vii) controlo visual. Estes elementos são analisados quando se efetua o estudo das operações de um posto de trabalho e serão analisados no subcapítulo 3.4.1. O sistema de análise UAS é codificado com dois caracteres alfabéticos e dependendo da situação de análise, de um algarismo (tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Explicação da aplicação no MTM-UAS de três códigos distintos

AA2	A	O objeto é fácil de pegar e têm peso menor ou igual a 1Kg
	A	O posicionamento do objeto é em um local aproximado, não muito exato
	2	O operador efetua um movimento superior a 20 cm e inferior a 50 cm desde que pega no objeto até o posicionar
HC1	H	Operador utiliza um meio auxiliar (e.g. uma chave para apertar um parafuso)
	C	Essa utilização é feita com precisão
	1	Essa operação é feita a uma distância inferior a 20 cm
KA	K	Movimentação do corpo
	A	Distância de 1 metro

A extensão do movimento é um fator que influencia em muito a escolha do tipo de código, este fator está presente nos elementos: i) pegar e posicionar objetos; ii) posicionar adicional; iii) manuseamento de meios auxiliares; iv) operar equipamentos; v) ciclos de movimentos. Sendo o movimento de um objeto, de uma peça ou ferramenta dividido em três classes (tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Escolha do código em função da extensão do movimento

Extensão do movimento (em centímetros)	Código
≤ 20	1
$> 20 \leq 50$	2
$> 50 \leq 80$	3

Outro fator que influencia a escolha do código é o peso dos objetos que o operador utiliza para efetuar a operação de trabalho, este fator está presente no elemento i) pegar e posicionar. O peso dos objetos utilizados para efetuar operações de trabalho são também divididos em três classes (tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Tipo de código em função do peso do objeto manuseado

Peso	Código
≤ 1 Kg	AA, AB, AC, AD, AE, AF, AG
$> 1 \leq 8$ Kg	AH, AJ, AK
$> 8 \leq 22$ Kg	AL, AM, AN

2.4.1. Os Sete Elementos do MTM – UAS

2.4.1.1. Pegar e Posicionar

Movimentar a mão para pegar um ou vários objetos, com o objetivo de pegar, deslocar e posicionar o (s) objeto (s) para um outro lugar numa amplitude de até 80 cm. Existem três tipos de formas de pegar, alvo de análise para objetos com peso inferior a um quilograma: pegar fácil (objetos que se encontram isolados, e.g. uma borracha para a porta de um automóvel), pegar difícil (objetos que estão misturados entre si, e.g. pegar um parafuso específico de entre vários), pegar punhado (objetos que se encontram agrupados, sem diferenciação, e.g. pegar um conjunto de anilhas). No que se refere à análise do posicionamento este é analisado quando se alinha, orienta e monta uma peça com uma outra peça, sendo analisado se o posicionamento é: aproximado (posicionar objeto num lugar aproximado, e.g. colar uma *label*), folgado (e.g. posicionar um parafuso num local específico), justo (e.g. colocar fios elétricos em um local muito preciso).

Na próxima página (tabela 3.4) estão representados os respectivos códigos e TMU's, para cada situação alvo de análise de pegar e posicionar.

2.4.1.2. Posicionamento Adicional de Objetos

Neste elemento, é analisado o movimento com a mão de um ou vários objetos que já se encontram sob controlo, com o objetivo de colocá-los num local pré-definido. Sendo que são analisados os movimentos que influenciam a definição do tempo, executado pelas mãos numa amplitude de até 80 cm (tabela 3.5).

Tabela 3.5 – Elemento posicionar adicional do MTM-UAS
Adaptado de: Barlotti, 2013; p.26

	CLASSE DE DISTÂNCIA (em centímetros)	≤ 20		>20 ≤ 50		>50 ≤ 80	
POSICIONAR ADICIONAL	CÓDIGO	1		2		3	
		TMU	Segundos	TMU	Segundos	TMU	Segundos
Aproximado (> 6 mm)	PA	10	0,36	20	0,72	25	0,90
Folgado ($> 1,5 < 6$ mm)	PB	20	0,72	30	1,08	35	1,26
Justo ($< 1,5$ mm)	PC	30	1,08	40	1,44	45	1,62

Por exemplo, pegar uma peça que se encontra numa *rack*, com um peso inferior a 1 kg, movê-la para o campo visual e examiná-la com o objetivo de fazer um controlo de qualidade, e colocá-la de seguida numa mesa de apoio, esta análise incorpora um posicionar adicional, código PA2 (tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Exemplo de utilização de um posicionamento adicional

Processo	Código
Pegar e mover para o campo visual	AA2
Examinar	VA
Posicionar sobre a mesa	PA2

Tabela 3.4 – Elemento pegar e posicionar do MTM-UAS
Adaptado de: Barlotti, 2013; p.26

PEGAR E POSICIONAR		CLASSE DE DISTÂNCIA (em centímetros)	≤20		>20 ≤50		>50 ≤80	
PESO	PEGAR		1		2		3	
		CÓDIGO	TMU	Segundos	TMU	Segundos	TMU	Segundos
≤1 Kg	Fácil	Aproximado (> 6 mm)	20	0,72	35	1,26	50	1,80
		Folgado (> 1,5 < 6mm)	30	1,08	45	1,62	60	2,16
		Justo (< 1,5mm)	40	1,44	55	1,98	70	2,52
	Difícil	Aproximado (> 6 mm)	20	0,72	45	1,62	60	2,16
		Folgado (> 1,5 < 6mm)	30	1,08	55	1,98	70	2,52
		Justo (< 1,5mm)	40	1,44	65	2,34	80	2,88
	Punhado	Aproximado (> 6 mm)	40	1,44	65	2,34	80	2,88
		Aproximado (> 6 mm)	25	0,90	45	1,62	55	1,98
		Folgado (> 1,5 < 6mm)	40	1,44	65	2,34	75	2,70
>1 ≤8 Kg		Justo (< 1,5mm)	50	1,80	75	2,70	85	3,06
		Aproximado (> 6 mm)	80	2,88	105	3,78	115	4,14
		Folgado (> 1,5 < 6mm)	95	3,42	120	4,32	130	4,68
>8 ≤22 Kg		Justo (< 1,5mm)	120	4,32	145	5,22	160	5,76

2.4.1.3. Manuseamento de Meios Auxiliares

São utilizados pelo operador um ou mais meios auxiliares de operação, o meio auxiliar é alcançado com a mão, deslocado até ao local de utilização e retorna ao local de origem após o uso. É considerado como meio auxiliar o (s) objeto (s) utilizados na execução de uma operação, como por exemplo, uma chave para apertar um parafuso, um amperímetro, um paquímetro, um pano para limpeza de uma superfície, etc (tabela 3.7).

Tabela 3.7 – Elemento manuseamento de meios auxiliares à produção do MTM-UAS
Adaptado de: Barlotti, 2013; p.26

	CLASSE DE DISTÂNCIA (em centímetros)	≤ 20		>20 ≤ 50		>50 ≤ 80	
MANUSEAR MEIOS AUXILIARES	CÓDIGO	1		2		3	
		TMU	Segundos	TMU	Segundos	TMU	Segundos
Aproximado (> 6 mm)	HA	25	0,90	45	1,62	65	2,34
Folgado (> 1,5 <6 mm)	HB	40	1,62	60	2,16	75	2,70
Justo (< 1,5mm)	HC	50	1,80	70	2,52	85	3,06

2.4.1.4. Operar Equipamentos

Neste elemento é analisada a operação com uma máquina, ferramentas ou dispositivos, e.g. interruptores, alavancas, volantes, manivelas, etc. O operador aciona o equipamento com a mão ou com o pé, passando a controlar este. A operação do equipamento pode ser classificada como simples (código BA), quando o movimento do equipamento é executado num único movimento horizontal/vertical ou um único movimento cíclico. Um acionamento composto (código BB) é utilizado, quando é acionado um dispositivo e feito um movimento de ida e volta por exemplo de uma alavanca, outro exemplo é a execução da mudança na caixa de velocidades de um automóvel (tabela 3.8).

Tabela 3.8 – Elemento operar equipamentos produtivos do MTM-UAS
Adaptado de: Barlotti, 2013; p.26

	CLASSE DE DISTÂNCIA (em centímetros)	≤20		>20 ≤50		>50 ≤80	
OPERAR (Equipamentos)	CÓDIGO	1		2		3	
		TMU	Segundos	TMU	Segundos	TMU	Segundos
Simples	BA	10	0,36	25	0,90	40	1,44
Compostos	BB	30	1,08	45	1,62	60	2,16

2.4.1.5. Ciclos de Movimento

São efetuados ciclos de movimentos com as mãos, utilizando ou não ferramentas, que executam uma sequência de movimentos cíclicos e.g. ciclos de apertar ou desapertar parafusos, movimentos cíclicos de manivelas. Os ciclos de movimento são classificados: i) um movimento (código ZA), e.g. movimento giratório máximo de 360° de uma chave, manivela, ou outro auxílio; ii) sequência de movimentos (código ZB), e.g. movimentos duplos com serras, limas, tesouras, ou outro auxílio; iii) recolocar e um movimento (código ZC), e.g. recolocar e posicionar com precisão uma chave e executar um aperto; iv) fixar e soltar (código ZD), e.g. executa a operação de aperto de um parafuso, repegando a chave para aplicar mais pressão sem retirar esta do local, ou fixando e soltando outro auxílio à execução da operação de produção (tabela 3.9).

Tabela 3.9 – Elemento ciclos de movimento do MTM-UAS
Adaptado de: Barlotti, 2013; p.26

	CLASSE DE DISTÂNCIA (em centímetros)	≤20		>20 ≤50		>50 ≤80	
CICLOS DE MOVIMENTO	CÓDIGO	1		2		3	
		TMU	Segundos	TMU	Segundos	TMU	Segundos
Um Movimento	ZA	5	0,18	15	0,54	20	0,72
Sequência de Movimentos (um ciclo completo)	ZB	10	0,36	30	1,08	40	1,44
Recolocar e um Movimento	ZC	30	1,08	45	1,62	55	1,98
Prender e soltar	ZD	TMU		20			
		Segundos		0,72			

2.4.1.6. Movimentos do Corpo

Nos casos em que ocorre rotação, um deslocamento ou uma curvatura do eixo do corpo em que, o tempo de trabalho é influenciado por estes elementos, o MTM é codificado de acordo com a tabela 3.10. A cada metro de distância efetuada pelo operador, é atribuído um código KA, ao tipo de movimentos executados pelo tronco e joelhos com o objetivo de baixar as mãos até à altura do nível dos joelhos, com retorno à posição inicial, são codificados com KB. Aos movimentos de flexão dos joelhos do operador com a finalidade de sentar o corpo sobre uma superfície, assim como os movimentos de levantar, é atribuído o código KC.

Tabela 3.10 – Elemento movimentos do corpo do MTM-UAS

Adaptado de: Barlotti, 2013; p.26

MOVIMENTOS DO CORPO	CÓDIGO	TMU	Segundos
Andar/metro	KA	25	0,90
Inclinar-se, Abaixar-se, Ajoelhar-se, Endireitar-se	KB	60	2,16
Sentar-se e levantar-se	KC	110	3,96

2.4.1.7. Controlo Visual

A operação de examinar, executada com os olhos com o objetivo de tomar uma decisão, é definida como controlo visual. Desloca-se o olhar para o local de análise ou inspeção para tomar uma decisão, sendo o tempo de focalização, o tempo requerido para focar o olhar num objeto e analisá-lo convenientemente (tabela 3.11).

Tabela 3.11 – Elemento controlo visual do operador no MTM-UAS

Adaptado de: Barlotti, 2013; p.26

	CÓDIGO	TMU	Segundos
CONTROLO VISUAL	VA	15	0,54

Importa ainda referir, que existem um conjunto de regras particulares que os profissionais industriais, que aplicam esta metodologia conhecem e têm em conta nas suas análises. Por exemplo, no elemento pegar e posicionar nos casos em que as operações de pegar e posicionar forem interrompidas por uma atividade independente, essa operação deve ser analisada como um posicionar adicional; no controlo visual, a leitura de até três cifras, caracteres ou letras, palavras de até três sílabas, bem como símbolos simples são analisados com um código VA de frequência 1, quando excede estes valores a frequência é aumentada. Estas regras não serão alvo de explicação nesta dissertação, uma vez que são particularizadas nos vários módulos de formação dos cursos MTM-UAS ministrados pelas várias associações MTM que existem em vários países a nível mundial.

A seguir apresenta-se um exemplo de análise, que ilustra um caso prático em que um operador faz o aperto de um parafuso (tabela 3.12).

Tabela 3.12 - Exemplo de análise de operação com o MTM-UAS
Adaptado de: *Volkswagen* Autoeuropa (informação interna)

Operação: Aperto do parafuso		Tempo operação = 12,96 segundos	
Descrição	Código MTM -UAS	TMU	Frequência (Nºvezes)
Pegar e colocar parafuso na rosca	AF2	65	-
Girar o parafuso	ZB1	10	2
Chave de boca	HB2	60	-
Primeiro movimento	ZA2	15	-
Segundo ao quarto movimento	ZC2	45	4
Aperto	ZD	20	-
	Total TMU	360	

Como se pode observar para o aperto de um parafuso são analisados todos os movimentos desde que inicia até que termina o ciclo, sendo o movimento classificado pelo analista, com o código MTM-UAS e respetiva frequência com que o operador executa o movimento. O total de TMU's desta análise resulta do cálculo da equação 3.4.

$$\text{TMU suboperação } k = \sum_{i=1}^n \text{TMU do código MTM - UAS} \times \text{frequência do movimento} \quad (3.4)$$

$$\Leftrightarrow \text{TMU operação} = 65 + 10 \times 2 + 60 + 15 + 45 \times 4 + 20 = 360 \text{ TMU's.}$$

Sendo o tempo obtido da aplicação da equação 3.5.

$$\text{Tempo suboperação } k = \text{TMU suboperação } k \times 0,036 \text{ segundos} \quad (3.5)$$

$$\Leftrightarrow \text{Tempo operação} = 360 \times 0,036 = 12,96 \text{ segundos}$$

Desta forma, 12,96 segundos é o tempo *standard* para operação de aperto do parafuso.

2.5. Aplicação da Metodologia na Produção Automóvel

2.5.1. Estudo de Postos de Trabalho na Área Produtiva de Montagem

Neste subcapítulo, serão apresentadas as estações de trabalho e os postos de trabalho, onde foi

desenvolvido o estudo. Será explicado em pormenor a aplicação da metodologia para um posto de trabalho na Área de Montagem da fábrica e serão apresentados os resultados para todos os postos analisados (um total de onze), resultados estes que incluem a respetiva carga de trabalho determinada pela metodologia e a folha de trabalho *standard* para cada posto. Desta forma é possível avaliar a possibilidade de ser proposto um “balanceamento da linha de produção” tendo em conta os tempos de operação e consequentemente as cargas de trabalho de cada posto de trabalho.

Na figura A1 do anexo 1 apresenta-se o *layout* esquemático com as zonas da linha de produção onde foi desenvolvido o estudo na Área de Montagem. Inicia-se na estação 01, com três postos de trabalho, a estação 02 têm dois postos de trabalho que serão analisados e a estação 27 também com dois postos de trabalho. Nas estações 115 e Z14, existe um posto de trabalho em cada estação, respetivamente.

Na figura A2 pode-se observar o *layout* com a identificação dos postos de trabalho J e K, estes dois postos de trabalho são dinâmicos, ou seja, o operador não se encontra a efetuar operações num local definido da linha de produção. O posto de trabalho J é logístico, onde são transportadas *racks* em duas rotas definidas. No que se refere ao posto K, o operador faz uma série de retrabalhos em várias zonas da linha de produção, abastecendo várias estações de trabalho com peças e ferramentas auxiliares à produção, para outros operadores, fixos nessas estações de trabalho, executarem os processos.

É importante referir que, será explicado em pormenor, para posto de trabalho A a metodologia e o estudo aplicado. Sendo o mesmo raciocínio aplicado aos restantes dez postos de trabalho, razão pela qual os cálculos e as folhas de trabalho *standard* que suportam o estudo desses dez postos de trabalho, estão no anexo 2 e 3, respetivamente. Serão apresentados os resultados de cargas de trabalho para os onze postos e, particularmente para os postos de trabalho B, C, F e G destaca-se a importância das tabelas A1, A3, A9 e A11 apresentadas no anexo 2, com os tempos de operação, uma vez que serão importantes para compreender as propostas de melhoria feitas no capítulo 4.

2.5.1.1. Apresentação Detalhada do Estudo Para o Posto de Trabalho A

Na estação 01, inicia-se o processo produtivo da Área de Montagem, as carroçarias chegam a este local, provenientes da Área Produtiva de Pintura. Quando o produto em processo de produção (PPP) entra na estação 01 têm de ser alvo de uma série de limpezas por parte de um operador responsável por estas operações. Essencialmente a carroçaria é limpa com benzina em diferentes zonas. A benzina é um líquido incolor, utilizado neste contexto para limpeza de cera e pequenas sujidades nas zonas onde o produto irá ser alvo de montagens.

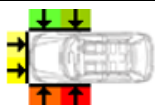
Após o estudo na linha de produção e a visualização do vídeo efetuado no posto de trabalho, é feita a divisão das operações do posto de trabalho e feita a análise MTM-UAS. Para o início da análise MTM-UAS, é fundamental fazer uma divisão em suboperações da operação que o operador efetua e fazer a análise de cada suboperação. Na tabela 3.13 é apresentada a suboperação A10 que se insere na operação do posto de trabalho A “MPV - limpeza com benzina”. Esta tabela apresenta a descrição dos movimentos

do operador (neste caso para a limpeza do para-brisas da carroçaria), a cada movimento está associado um código que resulta da análise do movimento em questão, é também atribuída a frequência e classificado o movimento, de acordo com uma classificação que diferencia os movimentos que acrescentam ou não valor ao processo produtivo. As restantes suboperações deste posto de trabalho, para o MPV como para o *Scirocco* encontram-se no anexo 5 desta dissertação.

O tempo determinado pela metodologia resulta da conversão do somatório do valor de cada TMU associado a cada código multiplicado pela respetiva frequência do movimento em análise (equação 3.4).

Desta forma encontra-se o tempo da suboperação ao converter-se o valor total de TMU para tempo (equação 3.5).

Tabela 3.13 – Suboperação A10 do posto de trabalho A

Suboperação A10-MPV: Limpeza flanges para-brisas esquerdo/direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A10 = 15,12 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Limpa flange lateral do para-brisas direito	ZB2	1	01
Abre a porta direita	ZB1	1	03
Limpa metade flange superior do para-brisas direito	ZB2	1	01
Vai até ao cofre do motor	KA	3	04
Limpa flange inferior do para-brisas	ZB2	2	01
Desloca-se ao <i>fender</i> esquerdo	KA	2	04
Limpa flange lateral do para-brisas esquerdo	ZB2	1	01
Abre a porta esquerda	ZB1	1	03
Limpa metade flange superior do para-brisas esquerdo	ZB2	1	01
Desloca-se até à <i>rack</i>	KA	3	04
Coloca papel em local apropriado	PA2	1	03

A tabela 3.13 apresenta a análise da suboperação A10. Aplicando as equações 3.4 e 3.5 determina-se o tempo da suboperação A10.

TMU da suboperação A10 =

$$= 30 \times 1 + 10 \times 1 + 30 \times 1 + 25 \times 3 + 30 \times 2 + 25 \times 2 + 30 \times 1 + 10 \times 1 + 30 \times 1 + 25 \times 3 + 20 \times 1 \Rightarrow \text{TMU da suboperação A10} = 420$$

$$\text{Tempo suboperação A10} = 420 \times 0,036 = 15,12 \text{ segundos}$$

Da análise do posto de trabalho A, resultaram dez suboperações para a operação “Limpeza do MPV com benzina” e sete suboperações para a operação “Limpeza do *Scirocco* com benzina” (anexo 5). Para este posto de trabalho foram analisadas um total de dezassete suboperações tendo em conta o *mix* de produção, é óbvio que quantos mais modelos produzidos, mais morosa será análise das operações efetuadas no posto de trabalho. De referir, que não existe um número definido para a divisão de cada operação em suboperações, essa análise resulta do que o analista em MTM considera plausível.

A tabela 3.14 mostra o resumo dos tempos de operação, para cada um dos modelos, no posto de trabalho A, sendo que esses tempos são considerados os tempos *standards*, para que um operador qualificado e formado possa desempenhar as operações no posto de trabalho.

Tabela 3.14 – Tempos de operação do posto de trabalho A

Operação – Limpeza com benzina do MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
A1	Limpeza da embaladeira da frente direita com benzina	14,58
A2	Limpeza flanges janela triangular direita	3,78
A3	Limpeza da embaladeira traseira direita com benzina	6,57
A4	Limpeza flanges janela lateral direita	4,59
A5	Limpeza flanges óculo traseiro	5,04
A6	Limpeza flanges janela lateral esquerda	12,15
A7	Limpeza da embaladeira traseira esquerda com benzina	7,02
A8	Limpeza embaladeira da frente esquerda com benzina	8,64
A9	Limpeza flanges janela triangular esquerda	3,78
A10	Limpeza flanges para-brisas esquerdo/direito	15,12
Total (em segundos)		81,27
Operação – Limpeza com benzina do <i>Scirocco</i>		
A11	Limpeza da embaladeira direita com benzina	14,94
A12	Limpeza flanges para-brisas direito	9,54
A13	Limpeza flange janela traseira direita	3,51
A14	Limpeza flange óculo traseiro	5,04
A15	Limpeza flange da janela traseira esquerda	10,35
A16	Limpeza da embaladeira esquerda com benzina	9,00
A17	Limpeza flanges para-brisas esquerdo	12,60
Total (em segundos)		64,98

Com o tempo de operação do posto de trabalho é possível fazer uma análise da carga de trabalho do operador, tendo em consideração o *mix* de produção e o modelo. Desta forma é possível analisar se o tempo de operação em *mix* e por modelo está abaixo, próximo ou acima do tempo de ciclo da linha de produção. Com este estudo podem ser sugeridas alterações no posto de trabalho em termos de processo, de *layout*, de ferramentas, entre outros, de forma a subir ou a baixar a carga de trabalho, dependendo da situação em análise.

A figura 3.6 apresenta a título exemplificativo, três cenários distintos de cargas de trabalho. Considerando um tempo de ciclo de 120 segundos, no cenário 1, o tempo de operação do posto de trabalho sendo de 80 segundos o operador possui uma carga de trabalho $\frac{80}{120} \times 100 = 66,7\%$. Existindo um tempo não ocupado de 40 segundos, neste cenário existe oportunidade para diminuir este *gap* de tempo não ocupado pelo operador para o tempo de ciclo da linha. No cenário 2, para um tempo de operação de 118 segundos a carga de trabalho é de 98,3%, sendo este valor bastante aceitável, uma vez que operador desempenha as suas funções durante quase todo o ciclo da linha de produção, por último no cenário 3, com um tempo de operação de 140 segundos a carga de trabalho de 116,7% é elevada, e, portanto, o operador não consegue desempenhar a operação de trabalho dentro do tempo de ciclo limite.

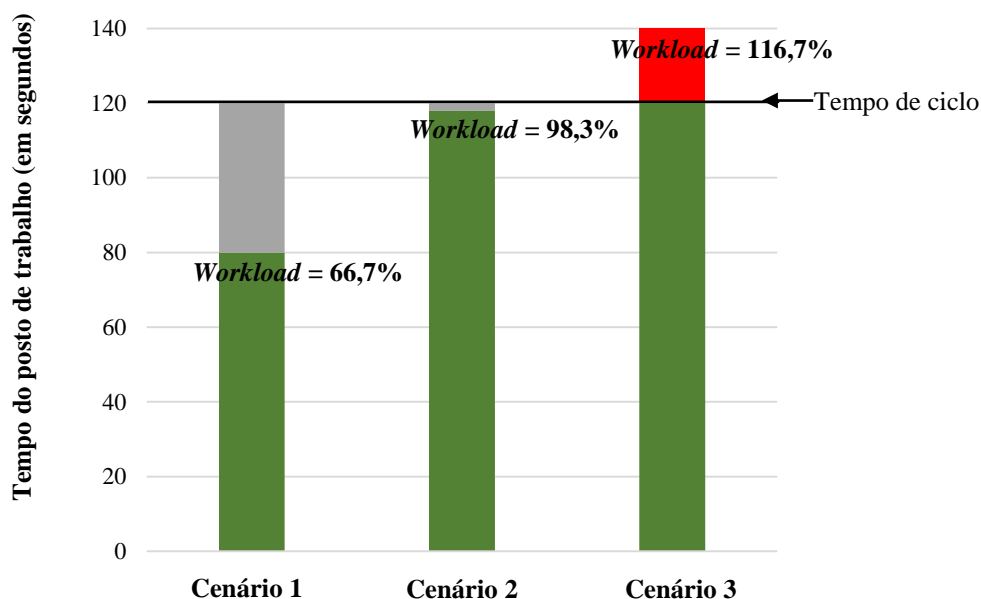


Figura 3.6 – Cargas de trabalho em diferentes cenários

As premissas apresentadas na tabela 3.15 constituem o ponto de partida para determinar o tempo de ciclo de produção (i.e., o tempo de ciclo da linha de produção) de todos os postos de trabalho em análise. Importa também referir, que este tempo de ciclo é na prática o equivalente ao *takt time*, uma vez que a produção na Área de Montagem está sincronizada com a procura do mercado. Ao ser utilizado um programa de produção de acordo com a procura, em que a produção é nivelada em todas as estações de

trabalho, de acordo com o JIT, as perdas e interrupções no processo são praticamente nulas, fluindo toda a cadeia produtiva de acordo com as necessidades do cliente.

Tabela 3.15 – Premissas para a definição do tempo de produção

Tempo de trabalho/turno (em minutos)	510
Tempo de refeição (em minutos)	30
Pausas de trabalho (em minutos)	14
Reunião de comunicação (em minutos)	6
Tempo produtivo planeado	$510 - (30 + 14 + 6) = 460$
<i>Uptime</i>	95%
Tempo efetivo de produção/turno (em minutos)	$460 \times 95\% = 437$

Com a definição das premissas, em que se incluem: as paragens programadas por turno de trabalho, e a disponibilidade dos equipamentos (*Uptime*). As paragens programadas são definidas pela gestão e o *Uptime* resulta da aplicação da equação 3.6.

$$Uptime = \frac{\text{Tempo produtivo planeado} - \text{Tempo paragem equipamento}}{\text{Tempo produtivo planeado}} \quad (3.6)$$

$$\Leftrightarrow Uptime = \frac{460 - 5\% \times 460}{460} = 95\%$$

Definido o valor de disponibilidade dos equipamentos chega-se ao tempo de produção efetivo, por turno de trabalho, de 437 minutos. Tendo em conta a produção diária, e sabendo que os dois turnos de trabalho funcionam com as mesmas premissas, o tempo de ciclo é de 114 segundos para a linha de produção dos postos de trabalho que serão estudados na Área de Montagem (tabela 3.16).

Tabela 3.16 – Tempo de ciclo da linha de produção

Volume produção/dia	460
Volume produção/turno	230
Tempo de ciclo (em minutos)	$\frac{437}{230} = 1,9$
Tempo de ciclo (em segundos)	114

Para analisar o posto de trabalho A e tendo em conta os valores do tempo de operação do posto de trabalho (tabela 3.14), é possível definir a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho A. Importa

referir que os dados do volume de produção, foram obtidos do *software* interno da empresa para o horizonte temporal de setembro a novembro de 2015, que define estes valores tendo em conta o número de encomendas firmes.

Tabela 3.17 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* de produção do posto de trabalho A

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	81,27	71,30%	86,30%	70	79	1	69%
<i>Scirocco</i>	64,98	57,00%	13,70%	9			

A tabela 3.17 apresenta a sequência de iterações para determinar a carga de trabalho do posto de trabalho A, tendo em conta os tempos de operação para cada modelo. Inicialmente determina-se a carga de trabalho para cada modelo através da aplicação das equações 3.7 e 3.8.

$$Workload_{MPV} = \frac{\text{Tempo operação}}{\text{Tempo ciclo}} \times 100 \quad (3.7)$$

$$\Leftrightarrow Workload_{MPV} = \frac{81,27}{114} \times 100 = 71,30\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{\text{Tempo operação}}{\text{Tempo ciclo}} \times 100 \quad (3.8)$$

$$\Leftrightarrow Workload_{Scirocco} = \frac{64,98}{114} \times 100 = 57,00\%$$

Estas cargas não podem ser consideradas individualmente, dado que para o *mix* de produção é necessário encontrar uma carga ponderada, considerando o volume de produção por modelo apresentado na tabela 3.17 é possível o cálculo do tempo de operação em *mix* (equação 3.9).

$$\begin{aligned} \text{Tempo operação em } mix &= \\ &= \text{tempo operação}_{\text{modelo a}} \times \text{volume produção}_{\text{modelo a}} + \\ &+ \text{tempo operação}_{\text{modelo b}} \times \text{volume produção}_{\text{modelo b}} \end{aligned} \quad (3.9)$$

Desta forma, é possível definir o tempo de operação em *mix* através da aplicação da equação 3.9.

Tempo operação MPV = $81,27 \times 86,30\% \approx 70$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = $64,98 \times 13,70\% \approx 9$ segundos

Tempo operação em *mix* = $70 + 9 = 79$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho A tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{\text{Tempo total operação em } mix}{\text{Nº operadores posto de trabalho}}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 100 \quad (3.10)$$

$$\Leftrightarrow Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{70 + 9}{1}}{114} \times 100 \approx 69\%$$

A figura 3.7 ilustra o gráfico de carga do posto de trabalho A. Como se observa, a carga de trabalho em *mix* de 69% corresponde aos 79 segundos de operação, existindo 35 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

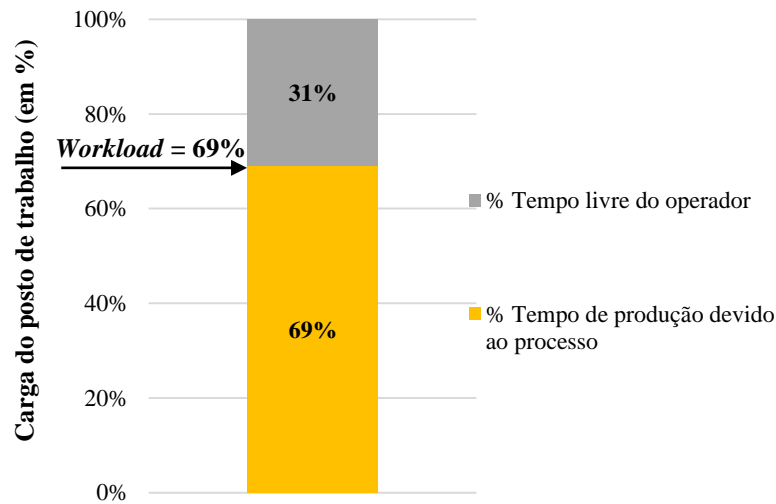


Figura 3.7 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho A

A mesma análise pode ser feita apenas para um modelo. Neste caso, é feita a análise da “carga pura” do posto de trabalho, uma vez que é analisado o tempo de operação para cada modelo, não sendo a carga afetada pelo *mix* de produção. Assim, é possível ser feita uma análise para cada modelo, verificando-se se o operador consegue completar a operação dentro do tempo ciclo, ou se pelo contrário o tempo de operação para cada modelo é superior ao tempo de ciclo.

A figura 3.8 apresenta as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*, que resultam do cálculo das equações 3.7 e 3.8, respetivamente.

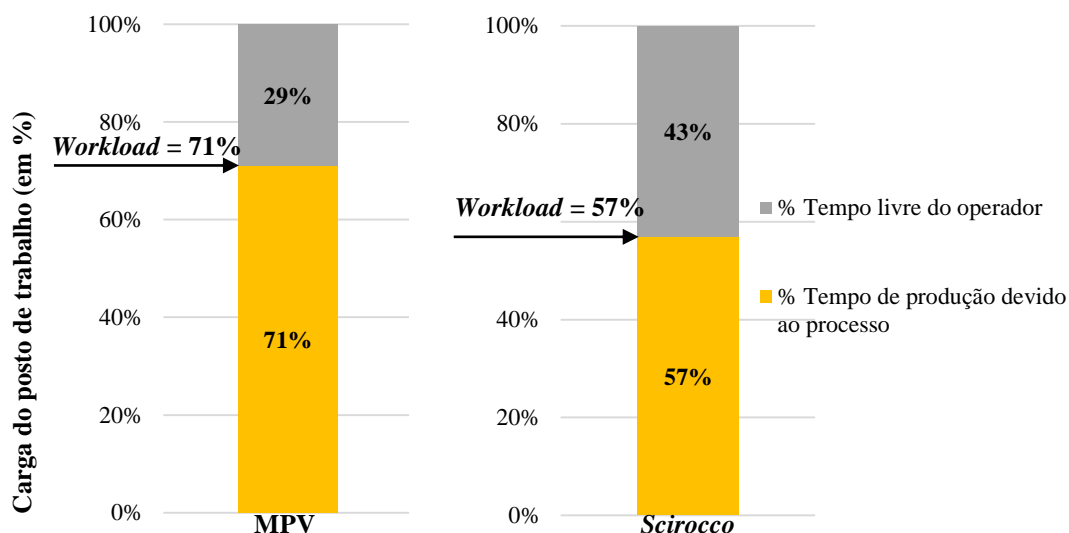


Figura 3.8 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho A

Analisando a figura 3.8, é perceptível que a carga do posto de trabalho apenas para o MPV é de 71% o que corresponde a uma ocupação de 81 segundos durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco*, a carga de trabalho é de apenas 57% o que corresponde a 65 segundos de tempo efetivo de operação em 114 segundos de ciclo de trabalho.

A diferenciação em termos de cor dos valores que compõem a percentagem de carga de trabalho, é originada a partir da classificação da descrição de cada movimento do operador, das várias suboperações. Essa classificação é importante na diferenciação do tempo de produção. Sendo que esse tempo pode ser classificado, em tempo que acrescenta valor no PPP, ou seja, as operações que têm de ser obrigatoriamente efetuadas devido à concepção do produto (cor verde), ou classificado em tempo que não acrescenta valor ao processo produtivo (cor amarela), e, portanto, o objetivo em termos de sistema de produção, é se possível diminuir o tempo que não acrescenta valor. O cálculo do tempo que acrescenta valor é feito, agrupando todos os movimentos classificados com 00 e calculando os respectivos TMU e consequente conversão para tempo. Sendo o mesmo efetuado para o cálculo do tempo que não acrescenta valor, agrupando os movimentos classificados com 01, 81, 03 e 04. A classificação com o número 80 é feita para as operações de validação de processo e verificações ou inspeções visuais feitas pelo operador no produto. A tabela 3.18 apresenta esta classificação.

Tabela 3.18 – Classificação dos processos de trabalho

Classificação		Tempo livre do operador durante o ciclo da linha de produção, i.e., a diferença entre o tempo de ciclo da linha e o tempo de operação no posto de trabalho.	
	00	Todas as atividades efetuadas devido ao <i>design</i> e que contribuem para o progresso do produto acrescentando valor: montagens de peças no produto, alinhamento de peças.	Adiciona valor ao produto
	01	Atividades que tem de ser efetuadas para que o processo seja estável: limpezas de superfícies após aplicação de cola, remoção de fitas, preparações acessórias.	Não adiciona valor ao produto
	81	Testes de verificação do processo, exigido legalmente ou pela engenharia, testes legais para a documentação.	
	03	Atividades que têm de ser efetuadas para que o processo seja executado: manuseamento de ferramentas, armazenamento temporário de componentes, movimentação de peças, posicionamento de peças em suportes, abrir e fechar portas.	
	04	Deslocamentos: distâncias percorridas.	
	80	Testes de validação de processo, verificações visuais, testes de superfície, carimbos de cartas.	

Nas figuras 3.9 e 3.10 estão representadas as folhas de trabalho *standard* do posto de trabalho A, para o MPV e para o *Scirocco*, respetivamente. Estas folhas descrevem o processo de acordo com a sequência de trabalho correta. A cada processo está associado o tempo obtido do estudo MTM-UAS, que está decomposto em tempo executado manualmente pelo operador e tempo de deslocamento do operador. Ao somatório do tempo de processo manual com o tempo de deslocamento obtém-se o tempo total de execução do processo do posto de trabalho. Estas folhas devem ser facultadas ao *team leader* da equipa de trabalho, já que são uma referência para dar indicações e formação aos operadores, dando um contributo importante para a execução e sustentabilidade do processo produtivo.

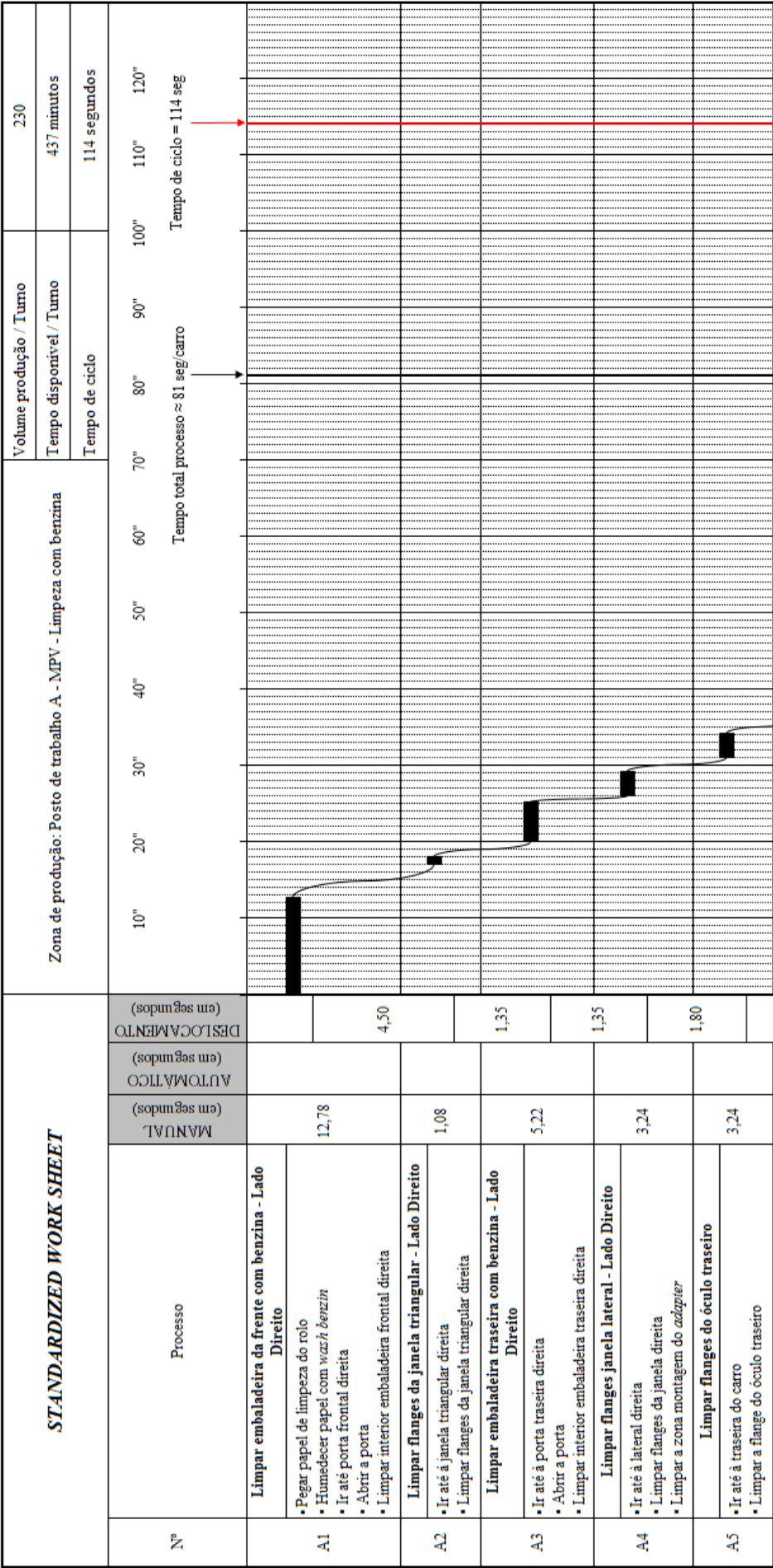


Figura 3.9a – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho A

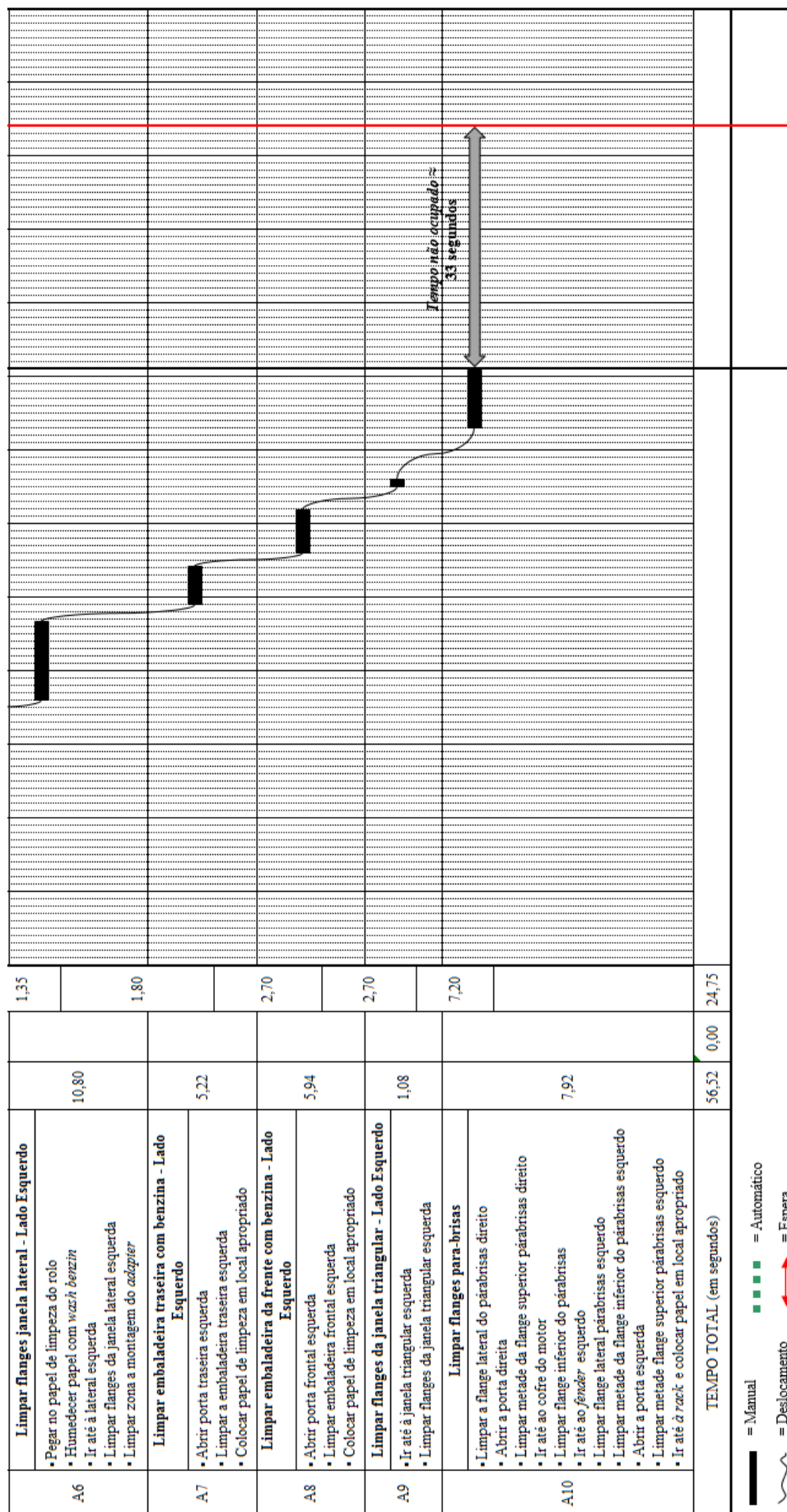


Figura 3.9b – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho A

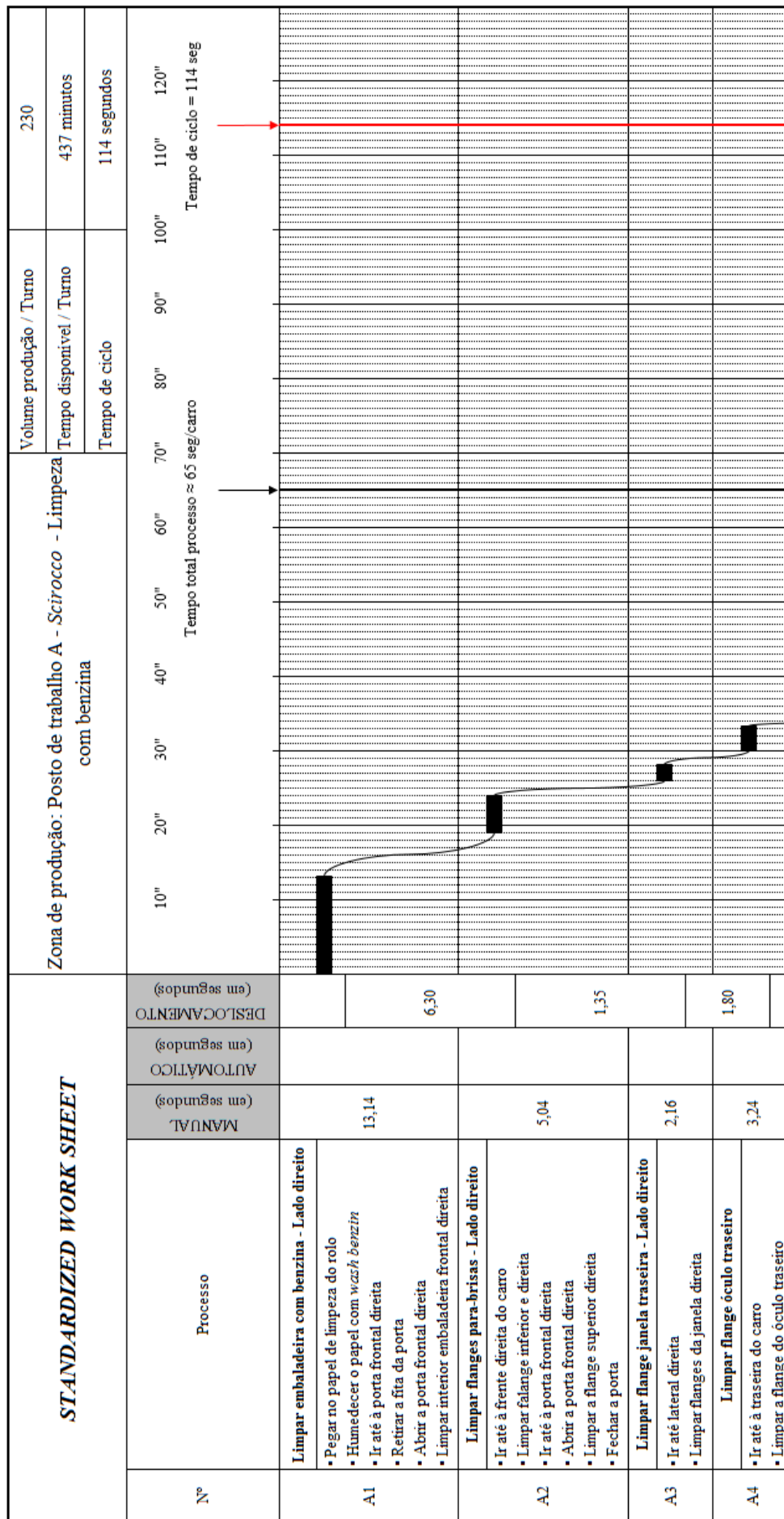


Figura 3.10a – Folha de trabalho *standard* para o Scirocco para o posto de trabalho A

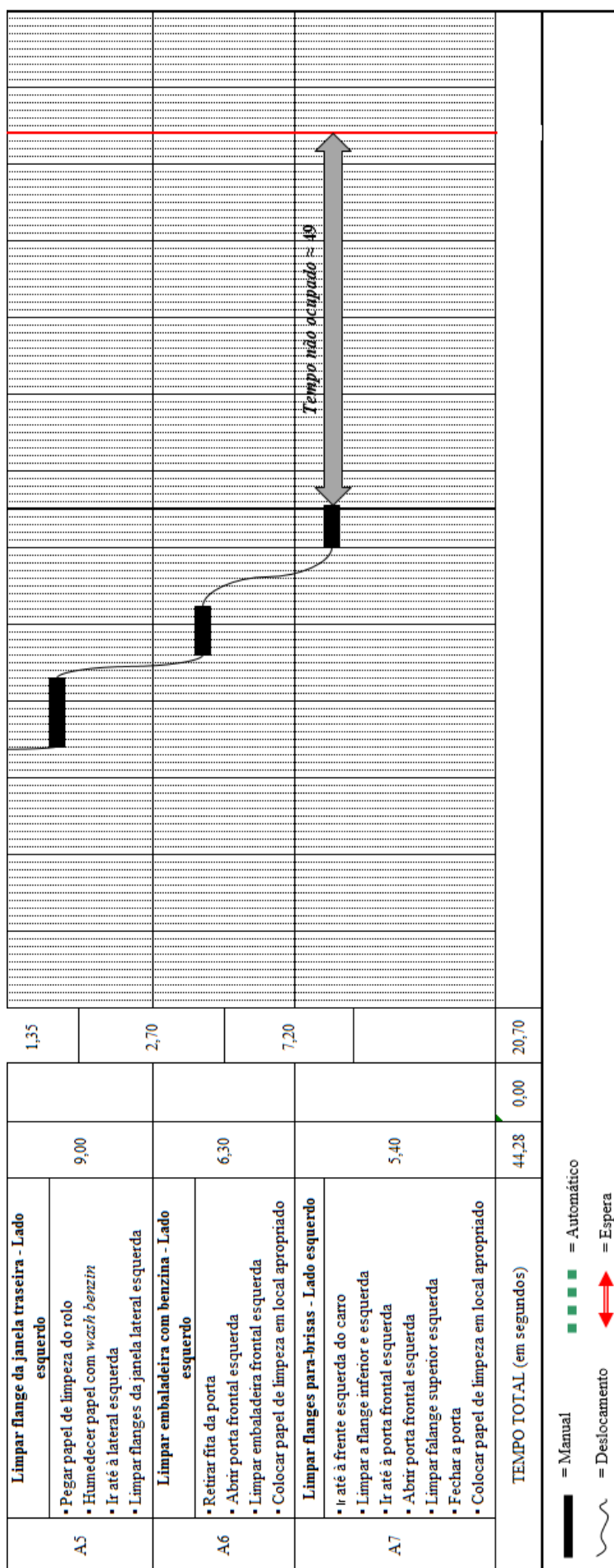


Figura 3.10b – Folha de trabalho *standard* para o *Scirocco* para o posto de trabalho A

2.5.1.2. Apresentação dos Resultados dos Outros Postos de Trabalho

Neste subcapítulo são apresentados os resultados da aplicação da metodologia e do estudo para os postos de trabalho B, C, D, E, F, G, H, I, J e K.

A tabela 3.19 apresenta os resultados do estudo para os restantes dez postos de trabalho da Área de Montagem, todos os cálculos que justificam os resultados apresentados encontram-se no anexo 2 desta dissertação. Observam-se os resultados do tempo de operação em *mix* e por modelo, o tempo de ciclo e as cargas de trabalho para o *mix* de produção e também por modelo.

Tabela 3.19 – Resultados do estudo para os postos de trabalho B, C, D, E, F, G, H, I, J e K

	Posto de Trabalho									
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Tempo operação <i>mix</i> (em segundos)	63	56	81	91	51	41	53	50	50	58
Tempo operação MPV (em segundos)	69	61	91	102	59	48	58	55	51	62
Tempo operação <i>Scirocco</i> (em segundos)	22	23	17	17	5	0	22	19	46	35
Tempo de ciclo (em segundos)	114									
Carga de trabalho <i>mix</i> produção (em %)	55	49	71	80	45	36	46	44	44	51
Carga de trabalho MPV (em %)	61	53	80	90	52	42	51	48	45	54
Carga de trabalho <i>Scirocco</i> (em %)	19	20	15	15	5	0	19	17	41	30

Os resultados apresentados irão ser analisados com mais pormenor no capítulo 4 desta dissertação, onde serão feitas as sugestões de melhoria.

2.5.2. Estudo de Postos de Trabalho na Área Produtiva de Expedição

A Área de Expedição é a última zona da fábrica, onde são feitas operações, antes do produto final ser enviado para o cliente. Este é um local onde doze operadores executam vários processos, de forma a preparar o produto final, para o transporte até ao mercado de destino. Aqui os operadores executam os processos de acordo com o ritmo a que os veículos vão chegando a esta área. Os veículos são trazidos para este espaço, por um *driver* desde a zona de CP8, sendo colocados na linha 1, 2 ou 3 (figura A3 do anexo 1). Este é, portanto, um local, que depende exclusivamente da produção de CP8, sendo o ritmo

de chegadas dos veículos variável ao longo do turno de trabalho. As chegadas são processadas também de acordo com o *mix* de produção dos dois modelos em estudo.

Existem 18 estações de trabalho, sendo cada veículo colocado em uma estação. É sempre dada prioridade à linha 1, quando esta têm estações de trabalho disponíveis, o *driver* coloca sempre o veículo na estação mais a jusante (a estação mais perto da zona de saída). Se a linha 1 estiver completamente ocupada é dada prioridade à linha 2.

Quase todos os operadores executam neste local, os processos em equipa, uma vez, que os processos de colocação de proteções no veículo pressupõem, que sejam executados simultaneamente no lado esquerdo e direito do veículo. As operações dos postos de trabalhos EA e EB (identificados na figura A3 do anexo 1) são executados em simultâneo pelos operadores, o mesmo acontecendo com os postos EC e ED, EE e EF, EG e EH. Os postos de trabalho EI, EJ, EK e EL são postos de trabalho em que cada operador efetua as operações individualmente. Importa também referir que os postos de trabalho EG e EH estão fisicamente em outro local da fábrica, que por restrições de processo, não podem neste momento ser executados nesta área de expedição, no entanto, fazem parte desta equipa. Neste espaço, existe também um *team leader* que coordena o trabalho que é desenvolvido e também executa algum posto de trabalho quando é necessário.

Nesta área produtiva não existe o conceito de linha de produção com velocidade constante, e, portanto, irão ser explicadas as premissas que se aplicam não só ao posto de trabalho EA, como a todos os restantes postos de trabalho. Este será o ponto de partida para calcular as cargas de trabalho de cada posto.

Importa também deixar uma nota à análise MTM-UAS efetuada para os postos de trabalho desta área de produção, que se encontra do anexo 16 até ao anexo 24. Como referido no subcapítulo 2.4.3, esta metodologia é muito robusta nos seus resultados, quando são analisadas operações de trabalho com um tempo operação máximo de três minutos, para valores superiores, a aplicação da metodologia com o estudo exclusivo dos movimentos do operador não é possível. Nesse caso devem-se analisar as suboperações recorrendo a cronometragens. O analista efetua o mesmo procedimento de análise, com a recolha dos métodos de trabalho no terreno em formato papel e em formato de vídeo, bem como as fotos, no entanto quando se analisa o vídeo para elaborar o estudo MTM, nas suboperações em que o tempo é bastante elevado, a cada movimento ou sequência de movimentos é indicado um tempo cronometrado.

Repare-se que as várias tabelas padrão, referidas no subcapítulo 3.4.1. estas têm códigos para os vários tipos de movimentos, sendo que o espectro temporal desses movimentos com frequência 1 é de 0,18 segundos até 5,76 segundos, como se pode concluir, para uma suboperação com tempo bastante elevado, não é possível ser analisada exclusivamente pelos códigos MTM-UAS padrão. Neste caso, em particular, algumas suboperações têm o seu tempo afetado pela cronometragem, definido nas tabelas do anexo 16 ao anexo 24 por PTSEC (tempo cronometrado em segundos). Este pressuposto de análise foi

definido pelo autor e por um especialista em estudos MTM, que sugeriu a aplicação da cronometragem em algumas suboperações, de forma a ser elaborado o presente estudo.

Daqui se depreende que os tempos de algumas suboperações, não são “puramente *standards*” uma vez que, foram obtidos pela técnica de cronometragem e não apenas pela codificação referida, mas importa dizer, que esta é a única forma de serem analisadas suboperações com tempo bastante elevado, na ordem dos cinquenta segundos ou até valores de tempo superiores.

O estudo que é apresentado nos subcapítulos seguintes, será posteriormente, validado por um especialista da organização em análises MTM-UAS, de forma a ser “assumido como oficial” no plano de estudos de postos de trabalho da organização. Assim, como referido serão apresentados os resultados em termos de cargas de trabalho de cada posto, mas não serão apresentadas nesta dissertação as folhas de trabalho *standard* para estes postos de trabalho, à semelhança das que foram elaboradas para os postos de trabalho da Área Produtiva de Montagem, uma vez, que o estudo terá de ser validado em termos de tempo e de descrição do processo.

Serão apresentados os resultados das cargas de trabalho para todos os postos de trabalho em estudo, sendo explicadas em detalhe as premissas e o estudo para o posto de trabalho EA. Para os restantes onze postos de trabalho são apresentados os cálculos e justificações que fundamentam o estudo, que se encontram no anexo 4.

2.5.2.1. Apresentação Detalhada do Estudo Para o Posto de Trabalho EA

Este posto de trabalho encontra-se no lado direito da estação de trabalho, operando em simultâneo com posto EB, que se encontra no lado esquerdo. Aqui é executado o processo de colocação da capa protetora, nos veículos que seguem destino para o mercado especial. O veículo é completamente protegido, de acordo com os requisitos do cliente do mercado de destino. Este é um processo que é executado simultaneamente, por dois operadores.

As premissas apresentadas na tabela 3.20 constituem o *input* para determinar o tempo de ciclo da produção em *mix* de todos os postos de trabalho da Área de Expedição.

Tabela 3.20 – Premissas para a definição do tempo de produção

Tempo de trabalho/turno (em minutos)	510
Tempo de refeição (em minutos)	30
Pausas de trabalho (em minutos)	14
Reunião de comunicação (em minutos)	6
Tempo produtivo planeado (em minutos)	$510 - (30 + 14 + 6) = 460$
<i>Uptime</i>	95%
Tempo efetivo de produção/turno (em minutos)	$460 \times 95\% = 437$

Nesta fase do estudo, para definir o tempo de ciclo, será considerado um volume de produção diferente ao referido na tabela 3.16. Como referido no início do subcapítulo 3.5.2 esta área depende da produção de uma área anterior, no entanto, diariamente podem ser recebidos mais de 460 veículos. O objetivo de produção diária, terá sempre de ser cumprido, no entanto podem existir veículos em que os operadores executam operações, mas os quais possam ser rejeitados pela Área de Qualidade, não sendo o produto expedido.

A tabela que se encontra no anexo 25 apresenta as diferenças de produção de CP8 e da Área de Expedição. Foram analisados 35 dias produção verificando-se diferenças significativas na produção destas duas áreas. Ao longo do período de tempo em análise a Área de Expedição recebeu 1703 veículos que foram rejeitados, a percentagem de rejeições foi de 9,5%, desta forma este será o valor indicativo para estabelecer um *overspeed* no volume diário de produção. Será considerado volume de produção da equação 3.11.

$$\text{Volume produção}_{\text{expedição}} = 460 + 9,5\% \times 460 = 504 \text{ veículos/dia} \quad (3.11)$$

Tendo em consideração a produção diária, e sabendo que os dois turnos de trabalho funcionam com as mesmas premissas, o tempo de ciclo é de 104 segundos para o *mix* de produção na Área de Expedição (tabela 3.21).

Tabela 3.21 – Tempo de ciclo da área de expedição

Volume produção/dia	504
Volume produção/turno	252
Tempo de ciclo (em minutos)	$\frac{437}{252} = 1,73$
Tempo de ciclo (em segundos)	104

A tabela 3.22 apresenta o resumo dos tempos de operação para cada um dos modelos no posto de trabalho EA. Estes tempos são o resultado da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 16 desta dissertação. Foram analisadas, para este posto de trabalho, dez suboperações para o MPV e onze para o *Scirocco*.

O estudo feito no subcapítulo 3.5.1. têm sempre em conta, que a afetação do volume de produção para o MPV e para o *Scirocco* é sempre o mesmo para todos os postos de trabalho, 86,30% e 13,70%, respetivamente. Este fato deve-se, a não existir diferenciação nas operações executadas em cada modelo, por isso não existe a chamada “afetação da opção para o modelo em processo de produção”. Por exemplo, se analisarmos o tempo de um posto de trabalho que execute uma operação para preparar um

veículo que seja expedido para o mercado especial, para ser obtida a carga de trabalho do *mix* de produção do posto, o tempo de cada suboperação têm de ser sempre afetado pela percentagem de veículos em que são executadas essas suboperações. Essa afetação têm de ser feita tendo em conta o *mix* de produção, e podem existir, suboperações com afetações diferentes. Isto deve-se à opção imposta pelo cliente para cada modelo que está a ser produzido, e existem dezenas de opções dentro de cada modelo.

Na tabela 3.22 apresenta-se, além dos tempos de operação de cada modelo, a afetação em percentagem para cada suboperação, tendo em conta a produção em *mix*. Estas percentagens de afetação foram obtidas do *software* interno da empresa para o horizonte temporal de setembro a novembro de 2015.

Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EA, neste caso, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela 3.22. Este tempo já está afetado pelo volume de produção da opção.

$$\text{Tempo total operação em } mix = \text{tempo efetivo}_{\text{modelo a}} + \text{tempo efetivo}_{\text{modelo b}} \quad (3.12)$$

Desta forma é possível o cálculo do tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EA, através da aplicação da equação 3.12.

$$\text{Tempo total operação em } mix = 40,53 + 3,86 \approx 44 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EA tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

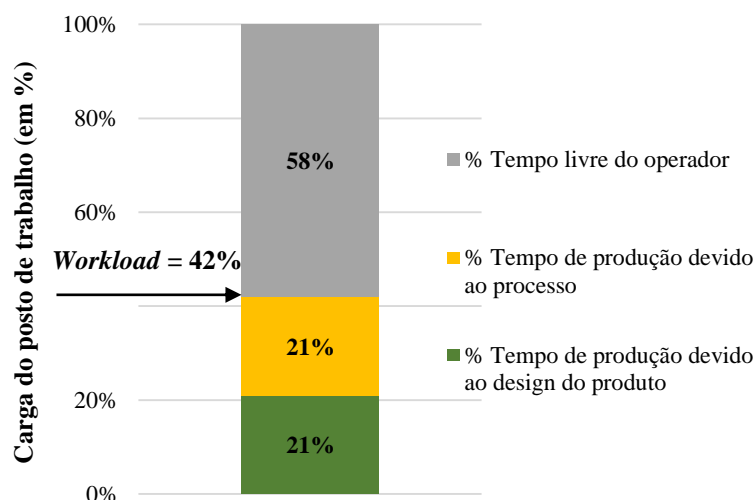
$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{\text{Tempo total operação em } mix}{\text{Nº operadores posto de trabalho}}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 100 \quad (3.13)$$

$$\Leftrightarrow Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{44}{1}}{104} \times 100 \approx 42\%$$

Tabela 3.22 – Tempos de operação do posto de trabalho EA

Operação – Coloca proteção <i>full body cover</i> no Sharan				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EA1	Deslocamentos para pega <i>full body cover</i>	52,80	13,05	6,89
EA2	Protege do <i>capot</i>	41,48		5,41
EA3	<i>Full body cover</i> no lado frontal	37,70		4,92
EA4	<i>Full body cover</i> no lado traseiro	35,38		4,61
EA5	<i>Full body cover</i> , subida do elevador	25,50		3,32
EA6	<i>Full body cover</i> , colocação da proteção debaixo do carro	29,30		3,82
EA7	<i>Full body cover</i> , descida do elevador	35,80		4,67
EA8	<i>Full body cover</i> , cola a capa no vidro da frente	18,00		2,35
EA9	<i>Full body cover</i> , abertura da capa na zona da porta	18,50		2,41
EA10		16,12		2,10
Total (em segundos)		310,58		40,53
Operação – Coloca proteção <i>full body cover</i> no Scirocco				
EA11	Deslocamentos para pegar <i>full body cover</i>	52,80	1,15	0,60
EA12	Proteção do <i>capot</i>	23,98		0,28
EA13	<i>Full body cover</i> no lado frontal	43,00		0,49
EA14	<i>Full body cover</i> no lado traseiro	36,00		0,41
EA15		7,85		0,09
EA16	<i>Full body cover</i> , subida do elevador	33,10		0,38
EA17	<i>Full body cover</i> , colocação da proteção debaixo do carro	25,00		0,29
EA18	<i>Full body cover</i> , descida do elevador	35,80		0,41
EA19	<i>Full body cover</i> , cola a capa no vidro da frente	26,00		0,30
EA20	<i>Full body cover</i> , abertura da capa na zona da porta	27,00		0,31
EA21		25,22		0,29
Total (em segundos)		335,75		

A figura 3.11 ilustra o gráfico de carga do posto de trabalho EA. Como se observa, a carga de trabalho em *mix* de 42% corresponde a 44 segundos de operação, existindo 60 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

Figura 3.11 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EA

Para ser analisada a carga do posto de trabalho por modelo é analisado o tempo de operação para cada modelo, não sendo a carga afetada pelo *mix* de produção. É de salientar, que este estudo é elaborado para postos de trabalho em que não são feitas operações em todos os veículos, mas sim nos veículos de acordo com a opção específica. Por outro lado, nesta área de produção, não existe uma linha de produção que imponha uma velocidade (um ciclo) constante em cada estação de trabalho. Impõe-se assim que, sejam determinados tempos de ciclo afetados pelos veículos com a opção específica, quando se pretende analisar a carga de trabalho por modelo. Quando se faz a análise da carga de acordo com *mix* de produção, faz todo o sentido ser utilizado o tempo de ciclo afetado por toda a produção por turno (ou diária), que foi definido na tabela 3.21, porque é analisa a carga ponderada do posto de trabalho. Como referido, na situação em que se pretende analisar a carga de trabalho para um modelo com opção e em estações de trabalho em que não existe uma linha com velocidade constante, têm de ser determinado o tempo de ciclo afetado pelos veículos com a opção em causa.

A tabela 3.23 apresenta a sequência de iterações, para determinar o número de veículos por modelo, afetos por dia de produção, ao posto de trabalho EA. Os valores de percentagem do volume de produção por modelo e de afetação da opção do modelo, foram obtidos do *software* interno da empresa.

Tabela 3.23 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EA

Modelo	Volume de produção (em %)	Volume de produção (em unidades/dia)	Afetação no modelo (em %)	Volume efetivo do posto de trabalho (em unidades /dia)
<i>Sharan</i>	54,24	$504 \times 86,30\% \times 54,24\% = 236$	27,88	$236 \times 27,88\% = 66$
<i>Allambra</i>	47,76	$504 \times 86,30\% \times 45,76\% = 199$		
<i>Scirocco</i>	100	$504 \times 13,70\% \times 100\% = 69$	8,39	$69 \times 8,39\% = 6$

A equação 3.14 define o cálculo do tempo de ciclo para o posto de trabalho e as equações 3.15 e 3.16 definem as cargas de trabalho.

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{Tempo efetivo produção (dia)}}{\text{Volume produção (dia)}_{mix}} \times 100 \quad (3.14)$$

$$\Leftrightarrow \text{Tempo de ciclo Posto Trabalho EA} = \frac{437 \times 2}{66 + 6} = 12,14 \text{ minutos} = 728 \text{ segundos}$$

$$\text{Workload}_{MPV} = \frac{\text{Tempo operação}_{MPV}}{\text{Tempo ciclo}_{\text{posto trabalho}}} \times 100 \quad (3.15)$$

$$\Leftrightarrow \text{Workload}_{Sharan} = \frac{310,58}{728} \times 100 = 43\%$$

$$\text{Workload}_{Scirocco} = \frac{\text{Tempo operação}_{Scirocco}}{\text{Tempo ciclo}_{\text{posto trabalho}}} \times 100 \quad (3.16)$$

$$\Leftrightarrow \text{Workload}_{Scirocco} = \frac{335,75}{728} \times 100 = 46\%$$

A figura 3.12 apresenta as cargas de trabalho para o *Sharan* e para o *Scirocco*, que resultam do cálculo da equação 3.15 e 3.16, respetivamente.

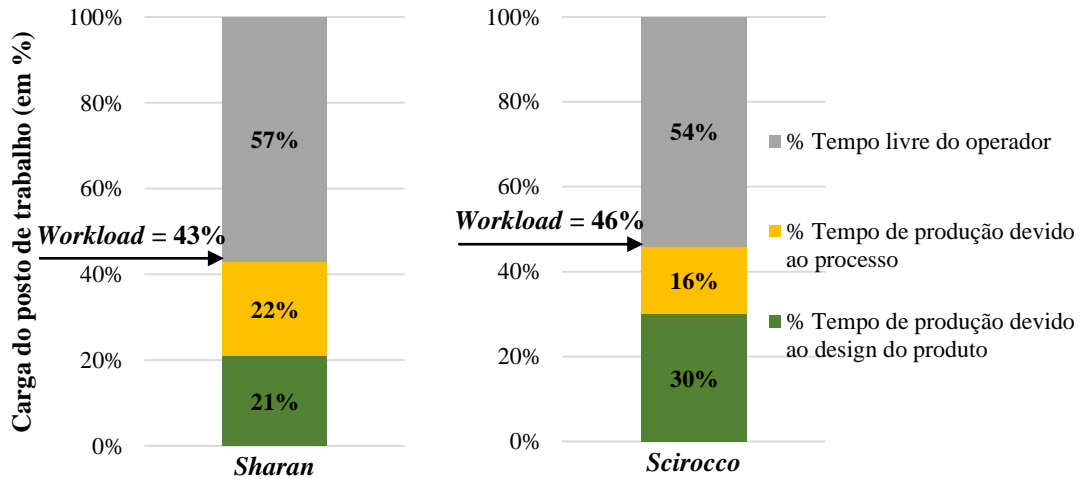


Figura 3.12 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho EA

Na figura 3.12 observam-se as cargas de trabalho para o *Sharan* e para *Scirocco*. Verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas para o *Sharan* é de 43% o que corresponde 311 segundos de operação durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 46% o que corresponde a 336 segundos de tempo efetivo de operação em 728 segundos de ciclo de trabalho.

2.5.2.2. Apresentação dos Resultados dos Outros Postos de Trabalho

Neste subcapítulo são apresentados os resultados da aplicação da metodologia e do estudo para os postos de trabalho EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ e EK e EL.

A tabela 3.24 apresenta os resultados do estudo para os restantes onze postos de trabalho da Área de Expedição, todos os cálculos que justificam os resultados apresentados encontram-se no anexo 4 desta dissertação. Observam-se os resultados do tempo de operação em *mix* e por modelo, o tempo de ciclo e as cargas de trabalho para o *mix* de produção e também por modelo.

Tabela 3.24 – Resultados do estudo para os postos de trabalho EB, EC, ED, EE, EF, EG, EH, EI, EJ, EK e EL

	Posto de Trabalho										
	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL
Tempo operação <i>mix</i> (em segundos)	38	94	85	78	65	34	35	93	83	87	99
Tempo operação MPV (em segundos)	257	95	87	200	176	95	94	96	108	132	115
Tempo operação <i>Scirocco</i> (em segundos)	273	339	299	96	106	0	0	94	108	147	119
Tempo de ciclo do <i>mix</i> (em segundos)	104										
Tempo de ciclo por modelo (em segundos)	728	152	82	154	154	114	114	104	120	104	104
Carga de trabalho <i>mix</i> produção (em %)	37	90	82	75	63	30	30	89	80	84	95
Carga de trabalho MPV (em %)	35	62	57	130	114	84	83	92	90	127	111
Carga de trabalho <i>Scirocco</i> (em %)	37	223	197	63	69	0	0	91	90	141	114

Os resultados apresentados irão ser analisados com mais pormenor no capítulo 4 desta dissertação.

2.6. Síntese do Capítulo

Neste capítulo foi apresentada a metodologia para o estudo específico de postos de trabalho de uma linha de produção automóvel. Foram analisados e estudados postos em áreas produtivas distintas, com o objetivo de definir cargas de trabalho para cada posto e verificar se existe potencial para balancear a linha de produção, isto é, subir cargas de trabalho quando estas se encontram demasiado baixas ou diminuir se possível, quando são muito elevadas.

A Área de Produção de Montagem foi o primeiro local de produção onde o estudo foi desenvolvido. Foi feito o levantamento das operações de trabalho de onze postos de trabalho em quatro estações de trabalho distintas e em diferentes locais da linha de produção. Dos resultados obtidos no subcapítulo 3.5.1, verificam-se que as cargas de trabalho para o *mix* de produção apresentam valores baixos, 54% de carga média para o *mix*. Atendendo a este dado, existe potencial em algumas estações de trabalho para redistribuir os processos de trabalho, de forma elevar as cargas de alguns postos de trabalho. Esta análise irá ser feita no capítulo seguinte.

A Área de Expedição da fábrica foi a segunda zona alvo do estudo. Foi feito o levantamento para doze postos de trabalho, e definidas as suas cargas de trabalho. Dos resultados obtidos no subcapítulo 3.5.2., verifica-se valores um pouco superiores em comparação com a Área de Montagem, 63% de carga de trabalho média para o *mix* de produção.

Nesta segunda área de produção onde o estudo foi desenvolvido, a maior dificuldade deveu-se ao fato de não existir uma linha que imponha um tempo de ciclo constante ao operador, o que condiciona um pouco os resultados uma vez que existem postos de trabalho com tempo de operação bastante elevado e outros com tempo de operação mais baixo. No fundo estes resultados vão de encontro ao *feedback*, dado pelos operadores desta área ao autor deste estudo. Os operadores normalmente trabalham por equipas para efetuar os processos de expedição, quando algum operador está com dificuldades em termos de tempo para completar a operação, por norma existe auxílio de um colega que “esteja livre” nesse momento. Nenhum posto de trabalho é fixo, existindo rotação de duas em duas horas, em cada turno de trabalho, todos os operadores estão aptos a executar qualquer posto. É um local de produção em que existe o conceito de equipa por estação de trabalho e não o de posto de trabalho individual, embora seja possível, e o estudo foi desenvolvido no sentido de ser analisado cada posto de trabalho de forma individual.

São também apresentadas as folhas de trabalho *standard* para cada modelo, para o estudo desenvolvido na Área de Montagem (anexo 3). Estes documentos apresentam uma extrema importância para a definição do processo de trabalho a desempenhar, por qualquer operador qualificado.

Capítulo 4 – Análise de Resultados e Propostas de Melhoria

Este capítulo tem como objetivo analisar os resultados em termos de cargas de trabalho de cada um dos postos de trabalho estudados no capítulo 3. Serão analisados os resultados para a Área de Montagem e para a Área de Expedição, com objetivo de identificar as potenciais oportunidades de melhoria, tendo em conta as restrições de processo de produção e as estações de trabalho em estudo. Desta forma, pretende-se criar sinergias entre o tempo de operação do posto de trabalho e o tempo de ciclo da linha de produção, para que estes estejam o mais próximos possível.

4.1. Análise dos Resultados do Estudo nos Postos de Trabalho da Área de Montagem

A Montagem é um dos locais de produção mais críticos da fábrica, aqui é onde se inicia a montagem de todas as peças e componentes na carroçaria, provenientes da Área de Pintura. Nesta área o produto em processo de produção é também verificado ao longo da linha de produção, por operadores da Área de Qualidade, que garantem que a produção garanta as normas e padrões de qualidade definidos pela fábrica. Esta é também uma área de produção em que são implementadas um grande número melhorias, propostas pelos colaboradores. Qualquer colaborador, desde um operador até a um gestor de topo, pode propor uma melhoria, que será avaliada pelas áreas responsáveis e implementada se for benéfica para a fábrica e contribua por exemplo para o aumento do índice de produtividade.

Os postos de trabalho analisados no capítulo 3 na Área de Montagem, com base na metodologia MTM-UAS, são postos, em que estão afetos operadores com características de trabalho particulares, que por motivos de confidencialidade impostos pela empresa, não se pode fazer referência a essas características.

Este estudo foi elaborado para um total de onze postos de trabalho, e devido à dinâmica da linha de produção e à constante alteração de algumas operações em postos de trabalho específicos, o estudo feito numa primeira fase nos vários postos, foi atualizado numa segunda fase. A atual análise de tempos e das respetivas cargas de trabalho, bem como a descrição de processo, corresponde às últimas operações efetuadas em cada posto de trabalho.

O tempo de operação definido para os vários postos de trabalho, no capítulo 3, resulta da análise dos movimentos que o operador efetua, sendo analisados o tipo de movimentos e não a rapidez com que são executados. Devido a este fato o MTM-UAS é uma metodologia muito robusta, com resultados muito fidedignos, que traduz o tempo padrão de operação do posto de trabalho, independentemente do operador que o execute. A figura 4.1 apresenta as cargas atuais para o *mix* de produção dos onze postos de trabalho analisados, este é o estado atual de cada posto de trabalho.

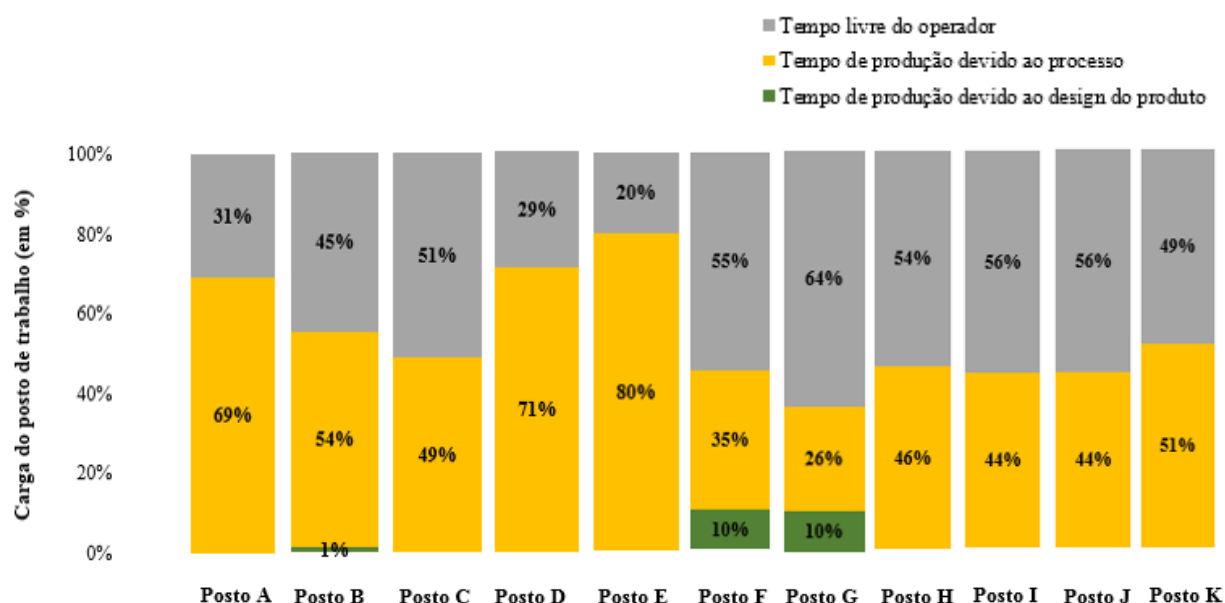


Figura 4.1 – Atuais cargas de trabalho em *mix* dos postos de trabalho da Área de Montagem

As cargas de trabalho definidas na figura 4.1, dizem respeito ao *mix* de produção, já que é analisado mais do que um modelo em processo de produção, na linha de produção. As cargas em *mix* são as cargas normalmente analisadas, pois dão uma visão na global do posto de trabalho, independentemente do modelo.

Estes onze postos de trabalho apresentam na globalidade, uma carga média em *mix* de 54%. É também importante referir, para cada posto de trabalho analisado, está afeto apenas um operador.

Os postos de trabalho A, B e C encontram-se na mesma estação de trabalho, e por restrições de processo as operações só podem ser executadas no posto B e C, quando o posto A for executado. Os postos B e C são muito idênticos no processo de trabalho, são simétricos e são executados simultaneamente, quando o PPP se encontra na linha de produção. Analisando a figura 4.1, verifica-se que as cargas destes três postos de trabalho apresentam valores baixos. Em 114 segundos de tempo de ciclo, o operador que desempenhe o posto A, necessita de 79 segundos para efetuar as operações, o operador do posto B necessita de 62 segundos e o operador do posto C de 56 segundos.

Fazendo uma análise das folhas de processo para cada modelo no posto de trabalho A (figuras 3.9a, 3.9b, 3.10a e 3.10b), no posto de trabalho B (anexo 3: figuras A29a, A29b e A30) e no posto de trabalho C (anexo 3: figuras A31a, A31b e A32) é possível fazer uma redistribuição do processo de trabalho nesta estação de trabalho. Para cada um dos postos de trabalho B e C, propõe-se que o processo seja iniciado no MPV e no *Scirocco*, fazendo-se a limpeza da carroçaria com a benzina efetuando-se depois a colocação de proteções, como acontece atualmente. Retira-se desta forma o conteúdo de trabalho do posto de trabalho A.

As premissas de produção, para a proposta de novas cargas de trabalho são as mesmas, que as apresentadas nas tabelas 3.15 e 3.16.

Na tabela 4.1 é apresentada a proposta de novos tempos de operação para o posto de trabalho B, com a correta sequência para cada suboperação.

Tabela 4.1 – Novos tempos de operação do posto de trabalho B

Operação – Limpeza com benzina do MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
A9	Limpar flanges janela triangular esquerda	3,78
A8	Limpar embaladeira da frente esquerda com benzina	8,64
A7	Limpar da embaladeira traseira esquerda com benzina	7,02
A6	Limpar flanges janela lateral esquerda	12,15
A5	Limpar flanges óculo traseiro	5,04
B1	Colar <i>labels</i>	23,67
B2	Colar proteção no <i>front fender</i>	4,68
B3	Colocar proteções na embaladeira frontal	12,78
B4	Colocar proteções na embaladeira traseira	22,14
B5	Colocar insonorizantes no interior do carro	5,94
Total (em segundos)		105,84
Operação – Limpeza com benzina do Scirocco		
A17	Limpar flanges para-brisas esquerdo	12,60
A16	Limpar da embaladeira esquerda com benzina	9,00
A15	Limpar flange da janela traseira esquerda	10,35
A14	Limpar flange óculo traseiro	5,04
B6	Colar <i>labels</i>	14,13
B7	Retirar batente da porta esquerda	3,06
B8	Colocar proteções na embaladeira	4,50
Total (em segundos)		58,68

Apresentam-se os cálculos para a proposta das novas cargas de trabalho do posto de trabalho B.

$$\text{Nova Workload}_{\text{MPV}} = \frac{105,84}{114} \times 100 = 92,84\%$$

$$\text{Nova Workload}_{\text{Scirocco}} = \frac{58,68}{114} \times 100 = 51,47\%$$

Proposta tempo operação MPV = $105,84 \times 86,30\% \approx 91$ segundos

Proposta tempo operação Scirocco = $58,68 \times 13,70\% \approx 8$ segundos

Proposta tempo operação em *mix* = $91 + 8 = 99$ segundos

A proposta para a nova carga do *mix* de produção para o posto de trabalho B, apresenta-se de seguida.

$$\text{Nova Workload}_{\text{mix produção}} = \frac{99}{114} \times 100 \approx 87\%$$

De igual forma, é feita a mesma análise para o posto de trabalho C. A tabela 4.2 apresenta a proposta de novos tempos de operação para o posto de trabalho C.

Tabela 4.2 – Novos tempos de operação para o posto de trabalho C

Operação – Limpeza com benzina do MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
A10	Limpar flanges para-brisas esquerdo/direito	15,12
A2	Limpar flanges janela triangular direita	3,78
A1	Limpar da embaladeira da frente direita com benzina	14,58
A3	Limpar da embaladeira traseira direita com benzina	6,57
A4	Limpar flanges janela lateral direita	4,59
C1	Colar <i>labels</i>	25,29
C2	Colocar proteções na embaladeira frontal	12,78
C3	Colocar proteções na embaladeira traseira	16,74
C4	Colocar insonorizantes no interior do carro	5,94
Total (em segundos)		105,39
Operação – Limpeza com benzina do Scirocco		
A12	Limpar flanges para-brisas direito	9,54
A11	Limpar da embaladeira direita com benzina	14,94
A13	Limpar flange janela traseira direita	3,51
C5	Colar <i>labels</i>	15,75
C6	Retirar batente da porta esquerda	3,06
C7	Colocar proteções na embaladeira	4,50
Total (em segundos)		51,30

O cálculo para a proposta da nova carga de trabalho, do posto de trabalho C apresenta-se de seguida.

$$\text{Nova Workload}_{\text{MPV}} = \frac{105,39}{114} \times 100 = 92,45\%$$

$$\text{Nova Workload}_{\text{Scirocco}} = \frac{51,30}{114} \times 100 = 45,00\%$$

$$\text{Proposta tempo operação MPV} = 105,39 \times 86,30\% \approx 91 \text{ segundos}$$

Proposta tempo operação *Scirocco* = $51,30 \times 13,70\% \approx 7$ segundos

Proposta tempo operação em *mix* = $91 + 7 = 98$ segundos

A proposta para a nova carga do *mix* de produção para o posto de trabalho C, apresenta-se de seguida.

$$\text{Nova } Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{98}{114} \times 100 \approx 86\%$$

A estação 01 foi desta forma analisada, propondo-se a eliminação do posto de trabalho A e a consequente subida das cargas de trabalho para o posto B e C, para 87% e 86%, respetivamente.

Os postos de trabalho D e E encontram-se na estação de trabalho 02, são também simétricos e executados simultaneamente, sendo o seu conteúdo de trabalho idêntico. Estes dois postos apresentam cargas de trabalho mais próximas dos 100%, pelo que não devem sofrer alterações, devido às atuais cargas e também ao fato dos processos que são atualmente executados, não poderem ser alvo de alterações.

Os postos de trabalho F e G encontram-se, em uma estação de trabalho, mais avançada na linha de produção, nesta fase o PPP já se encontra com alguns componentes interiores montados. Nestes dois postos de trabalho desta estação, são executadas algumas verificações e inspeções no produto, no entanto estas não devem ser consideradas para o cálculo da carga de trabalho, porque não fazem parte do processo de trabalho. As cargas de trabalho como representado na figura 4.1, sem a consideração das verificações e inspeções, são atualmente, para o *mix* de produção de 45% e de 36% para os postos F e G, respetivamente.

Estas cargas apresentam valores um pouco baixos. Tendo em consideração as folhas de processo para cada modelo no posto de trabalho F (anexo 3: figuras A37a, A37b e A10) e no posto de trabalho G (anexo 3: figura A39), considerando o *layout* da estação de trabalho e as operações atualmente executadas, é proposto que o operador que desempenhe o posto F, execute também as operações do posto de trabalho G. Sugere-se que o operador inicie o processo de trabalho no posto de trabalho F e termine onde atualmente se encontra o posto de trabalho G, em sentido inverso ao fluxo da linha de produção. Esta proposta está representada esquematicamente, com as setas a azul na figura 4.2.

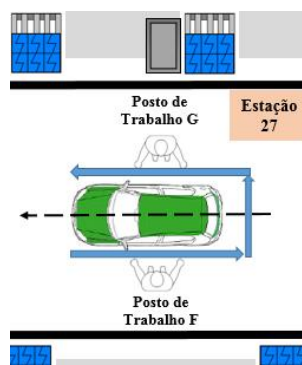


Figura 4.2 – Layout esquemático da proposta na estação 27

A tabela 4.3 apresenta a proposta de novos tempos de operação para o posto de trabalho F.

Tabela 4.3 – Novos tempos de operação do posto de trabalho F

Operação – Proteções da corredeira esquerda MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
F1	Colocar <i>E-box</i> no <i>conveyor</i>	8,28
F2	Retirar fita de mascaramento das roscas dos bancos traseiro	5,40
F3	Retirar clip do canal de cabos e fita da rosca do cinto do pilar C esquerdo	5,22
F4	Retirar fita da corredeira	19,62
F5	Colar anilhas autocolantes na corredeira da porta esquerda	17,46
F6	Coloca elástico por baixo do farolim traseiro esquerdo	2,70
G4	Colar anilhas autocolantes na corredeira da porta direita	17,46
G3	Retirar fita da corredeira	19,62
G2	Retirar clip do canal de cabos e fita da rosca do cinto do pilar C esquerdo	5,22
G1	Retirar fita de mascaramento das roscas dos bancos traseiro	5,40
Total (em segundos)		106,38
Operação – Proteções da corredeira esquerda Scirocco		
F7	Colocar <i>E-Box</i> no braço do <i>conveyor</i>	5,22
Total (em segundos)		5,22

Apresentam-se os cálculos para a proposta da nova carga de trabalho do posto de trabalho F.

$$\text{Nova Workload}_{\text{MPV}} = \frac{106,38}{114} \times 100 = 93,32\%$$

$$\text{Nova Workload}_{\text{Scirocco}} = \frac{5,22}{114} \times 100 = 4,58\%$$

Proposta tempo operação MPV = $106,38 \times 86,30\% \approx 92$ segundos

Proposta tempo operação Scirocco = $5,22 \times 13,70\% \approx 0,70$ segundos

Proposta tempo operação em *mix* = $92 + 0,70 = 92,7$ segundos

A proposta para a nova carga do *mix* de produção para o posto de trabalho F, apresenta-se de seguida.

$$\text{Nova } Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{92,7}{1}}{114} \times 100 \approx 81\%$$

Com as justificações apresentadas é sugerido a eliminação do posto de trabalho G e a consequente subida da carga de trabalho do posto F, para 81%.

Analisando novamente a figura 4.1, verifica-se que a carga de trabalho do posto de trabalho H é de apenas 46%, o mesmo acontecendo com o posto de trabalho I, apenas 44%. Estas estações encontram-se em diferentes locais da linha de produção. Nos dois postos de trabalho, o processo é executado no sentido inverso ao fluxo de linha, iniciando-se no lado direito da estação de trabalho e terminando no lado esquerdo. Desta forma não são propostas alterações nestas estações de trabalho, por restrições de processo, os postos de trabalho têm de se manter exatamente como estão definidos.

O posto de trabalho J, apesar da carga de trabalho ser de apenas 44%, este têm características particulares. Aqui, o operador utilizando *racks*, faz o transporte para as estações de trabalho 01 e 02 dos componentes que aí são utilizados nos vários postos de trabalho. Este posto de trabalho foi estudado, tendo em consideração o tempo de processo logístico por carro produzido (como demonstrado no anexo 14).

Por restrições impostas pela produção este posto de trabalho têm obrigatoriamente de se manter de acordo com a folha de processo da figura A44a e A44b (anexo 3). No entanto, é feita a sugestão, de ser feito futuramente um estudo comparativo em termos de custos, entre ser mantido este posto de trabalho como está neste momento (operador direto da produção) ou ser executado em regime de *outsourcing* pela empresa que efetua as atividades de suporte logístico na fábrica.

Em último lugar, no posto de trabalho K, são executadas tarefas de transporte de peças e ferramentas de suporte à produção em várias estações de trabalho. Apesar da carga de trabalho calculada ser de 51%, por restrições impostas pela produção, o posto de trabalho também têm de se manter de acordo com a folha de processo da figura A45a e a A45b.

A figura 4.3 apresenta a proposta das novas cargas de trabalho, de acordo com as propostas apresentadas para os postos de trabalho A, B, C, F e G.

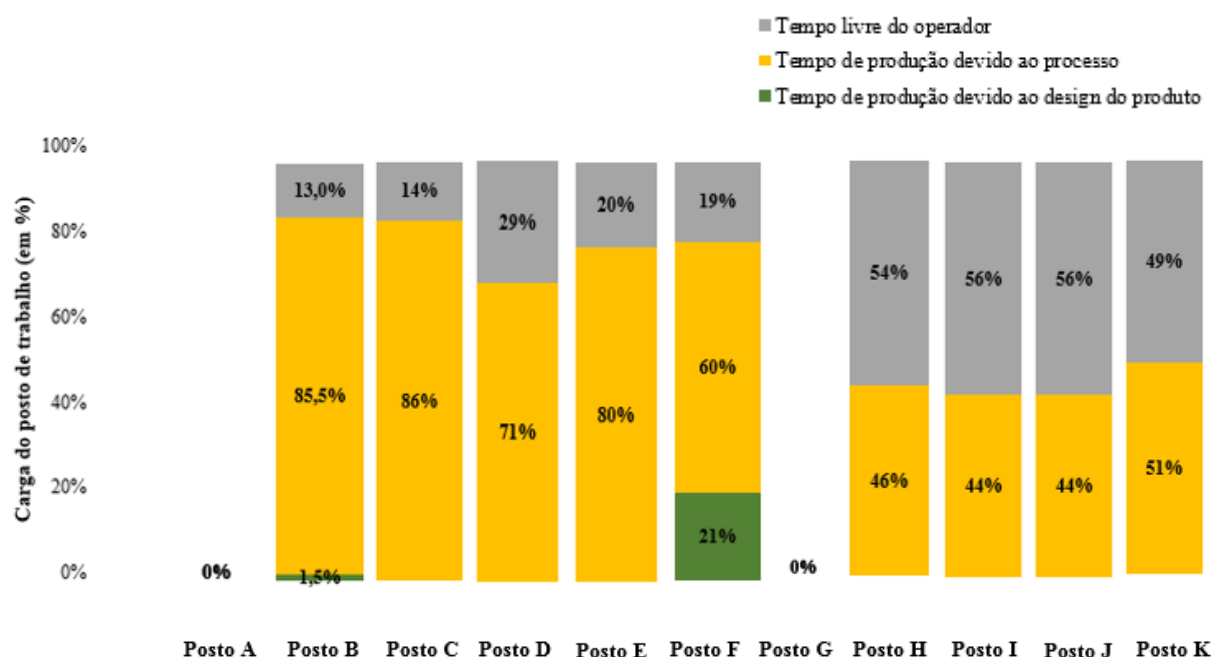


Figura 4.3 – Proposta de cargas de trabalho em *mix* dos postos de trabalho na Área de Montagem

Conseguiu-se através de uma redistribuição e organização dos processos de trabalho na estação 02 e na estação B27, apresentar a proposta de redução dos atuais onze postos de trabalho por turno, para nove. Observa-se um nivelamento das cargas dos postos de trabalho B, C, D, E e F próximo dos 90%. Considerando os nove postos de trabalho, a carga média em *mix* será de 66%.

A mesma análise pode ser feita considerando apenas o modelo em processo de produção. A figura 4.4 apresenta as atuais cargas de trabalho para os onze postos de trabalho, considerando apenas a produção do MPV.

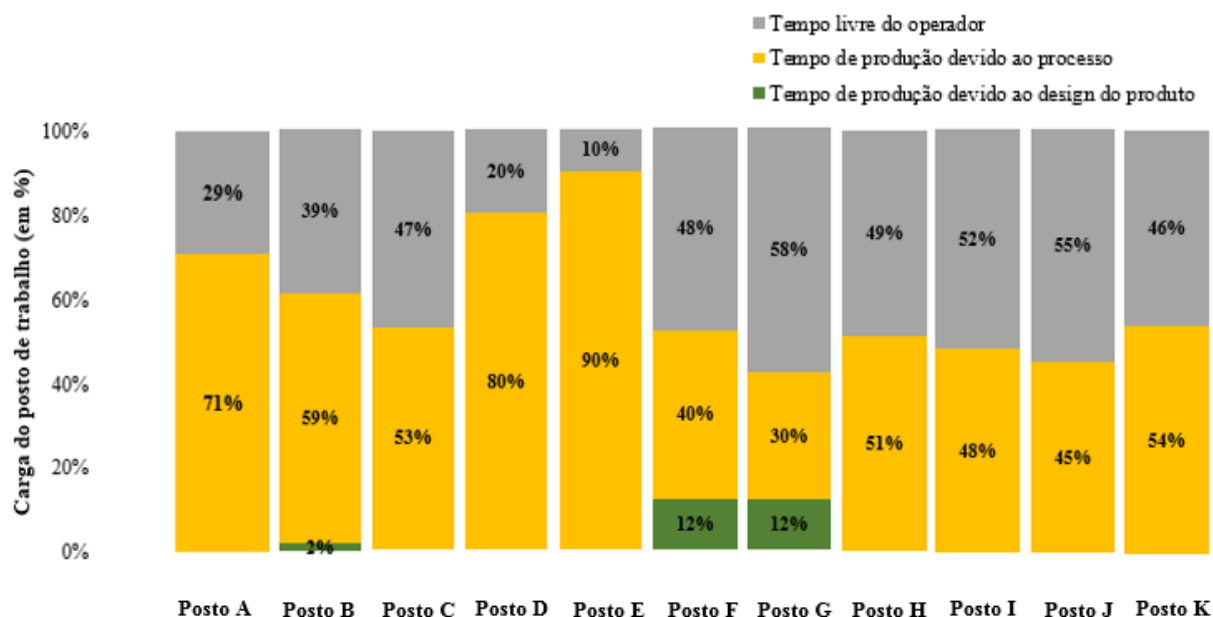


Figura 4.4 – Atuais cargas de trabalho para o MPV nos postos de trabalho na Área de Montagem

Considerando apenas este modelo verifica-se, que todos os postos de trabalho apresentam cargas de trabalho inferiores a 100%. Atualmente carga média do MPV, para os onze postos de trabalho é de 59%.

Com a proposta apresentada, as cargas variam de acordo com o apresentado na figura 4.5.

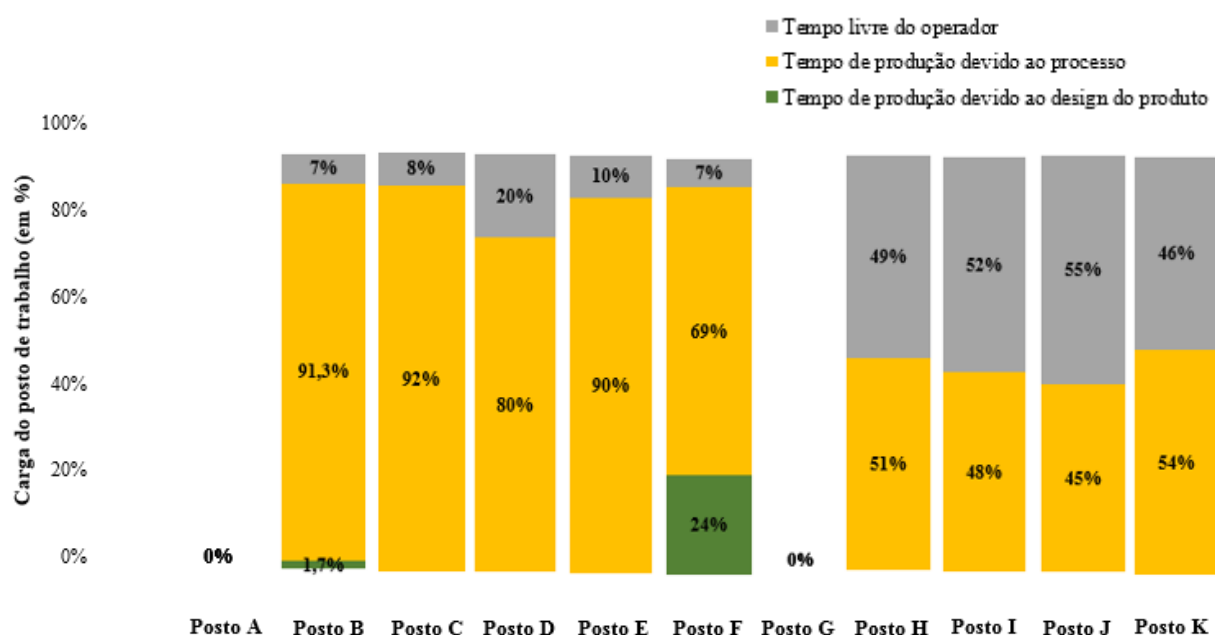


Figura 4.5 – Proposta de cargas de trabalho para o MPV nos postos de trabalho na Área de Montagem

Para o cenário proposto, a carga média apenas para o MPV, considerando os nove postos de trabalho é de 72%. Verifica-se também, que em nenhum posto de trabalho a carga é superior a 93%, sendo este indicador aceitável, ou seja, nos postos de trabalho com carga de 93%, estes têm um tempo de operação para o MPV de 106 segundos, tendo 8 segundos de tempo livre.

A figura 4.6 apresenta as atuais cargas de trabalho para os onze postos, considerando apenas a produção do *Scirocco*.

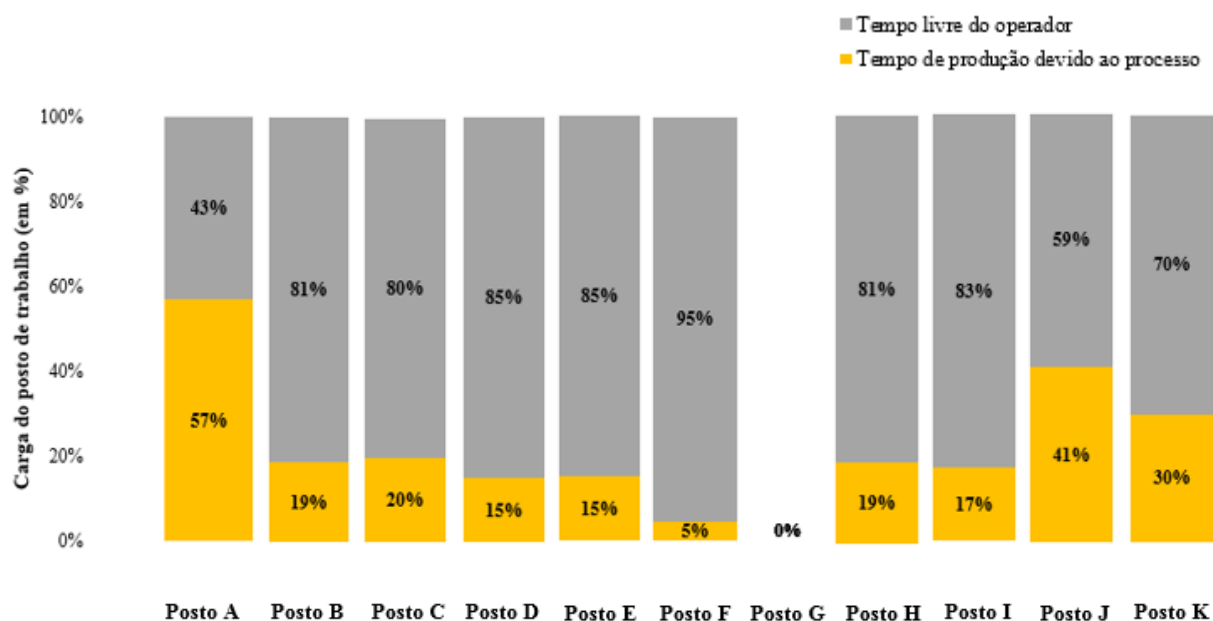


Figura 4.6 – Atuais cargas de trabalho para o *Scirocco* nos postos de trabalho na Área de Montagem

Atualmente a carga média do *Scirocco*, para os onze postos é de 22%. Com a proposta, as cargas de trabalho variam de acordo com o apresentado na figura 4.7.

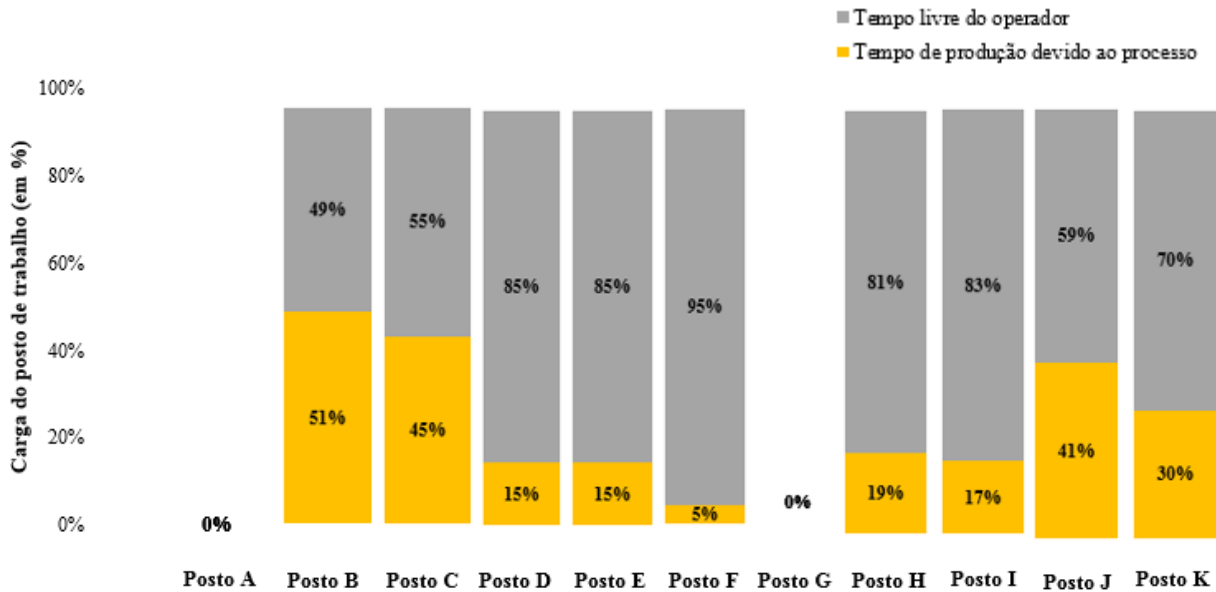


Figura 4.7 – Proposta de cargas de trabalho para o *Scirocco* nos postos de trabalho na Área de Montagem

Com a proposta apresentada, a carga média apenas para o *Scirocco*, considerando os nove postos de trabalho, é de 26%.

Com uma exaustiva análise e descrição dos processos de trabalho em cada posto de trabalho, sem qualquer alteração de *layout* das estações de trabalho, sem qualquer investimento em ferramentas de trabalho ou automação, é possível redistribuir e organizar os conteúdos de trabalho (as suboperações) tendo em consideração os tempos standardizados. Os tempos das várias suboperações do posto de trabalho A são redistribuídos pelos postos de trabalho B e C, propondo-se a eliminação do posto de trabalho A. A mesma conclusão é obtida, redistribuindo os tempos do posto de trabalho G no posto de trabalho F, propondo-se a eliminação do posto de trabalho G.

A tabela 4.4 apresenta a síntese das cargas de trabalho médias para os postos de trabalho estudados. Observa-se as cargas médias atuais, da proposta e a variação verificada entre o estado atual e a proposta.

Tabela 4.4 – Síntese das cargas de trabalho atuais, da proposta e da respetiva variação

	<i>Mix</i>	MPV	<i>Scirocco</i>
Atual	54%	59%	22%
Proposta	66%	72%	26%
Variação	12%	13%	4%

Conclui-se então que para o *mix* de produção, com as propostas apresentadas, a carga de trabalho atual, aumenta em média doze pontos percentuais. Para o MPV essa subida é de treze pontos e para o

Scirocco de quatro. São valores muito aceitáveis, que indicam que os postos de trabalho não estão na sua capacidade limite em termos de tempo de operação, mesmo com a alteração proposta.

Para a proposta apresentada, o ganho de produtividade parcial é dado pela equação 4.17.

$$\text{Produtividade}_{\text{parcial}} = \left[1 - \frac{\frac{\text{Volume produção}_{\text{atual}}}{\text{Força de trabalho}_{\text{atual}}}}{\frac{\text{Volume produção}_{\text{atual}}}{\text{Força de trabalho}_{\text{proposta}}}} \right] \times 100 \quad (4.17)$$

$$\Leftrightarrow \text{Produtividade}_{\text{parcial}} = \left[1 - \frac{\frac{460 \text{ veículos}}{22 \text{ operadores}}}{\frac{460 \text{ veículos}}{18 \text{ operadores}}} \right] \times 100 = 18,2\%$$

Também é interessante deixar nota para o aumento parcial da eficiência da linha de produção (equação 4.18), com o balanceamento proposto. Essa estimativa é feita através da diferença da eficiência para o estado atual e para a eficiência da proposta apresentada.

$$\text{Eficiência}_{\text{parcial}} = \frac{1}{N \times T_c} \sum_{i=1}^n t_i \quad (4.18)$$

Em que:

N – N° postos de trabalho analisados por turno de trabalho

T_c – Tempo de ciclo da linha

t_i – soma da duração das operações em *mix* para os postos de trabalho analisados

$$\text{Eficiência atual}_{\text{parcial}} = \left[\frac{1 \times 673}{11 \times 114} \right] \times 100 \approx 54\%$$

$$\text{Eficiência com proposta}_{\text{parcial}} = \left[\frac{1 \times 673}{9 \times 114} \right] \times 100 \approx 66\%$$

Com a redução de quatro postos de trabalho, estima-se um acréscimo da produtividade parcial do trabalho para a área produtiva analisada, na ordem dos 18,2% e um aumento da eficiência parcial da linha de produção de 12% em cada turno de trabalho.

Por razões de confidencialidade imposta pela empresa, não é referido o benefício financeiro desta proposta, referindo-se apenas, é na ordem das centenas de milhares de euros.

4.2. Análise dos Resultados do Estudo dos Postos de Trabalho na Área de Expedição

A Área de Expedição é o último local da fábrica onde são efetuadas operações. Neste local o veículo já finalizado é preparado para ser enviado ao cliente. São feitas operações no interior do veículo de colocação de proteções, verificações de *labels* e da carta viageira, preparação das opções de cada veículo de acordo com as especificações do cliente (manual de bordo, *Sd card*, tapetes do veículo, *kit* de

primeiros socorros, etc). É aqui, que são também colocadas todas as proteções exteriores que previnem possíveis danos no veículo, que possam ocorrer durante o transporte até ao mercado de destino.

Existem várias opções de preparação do MPV e do *Scirocco* para a expedição, essas opções variam consoante o mercado de destino do veículo e também de acordo com os pedidos do cliente.

Neste local de produção existem dez postos de trabalho, existindo ainda outros dois postos de trabalho que se encontram na Área de Montagem, mas fazem parte desta Área de Expedição.

Como referido no subcapítulo 3.5.2. neste local não existe uma linha de produção com velocidade constante, e devido a este fato, a taxa de chegadas de veículos a cada estação de trabalho variam durante o turno de trabalho. Num dado momento todos os operadores podem estar a executar operações, como noutro dado momento, apenas quatro operadores possam estar a desempenhar as suas tarefas. Esta situação deve-se à taxa de chegadas dos veículos e também devido às opções do processo de expedição que um determinado veículo possui, sendo essas opções executadas em postos de trabalho específicos.

É também importante referir, que neste local existe o conceito de trabalho em equipa, ou seja, devido a imposições do processo de produção, vários postos de trabalho são obrigatoriamente executados simultaneamente. Os postos de trabalho em que são colocadas as proteções exteriores no veículo são executados sempre em simultâneo, por norma, equipas de dois operadores.

A tabela 4.5 apresenta os postos de trabalho, em que o processo é executado em simultâneo e individualmente.

Tabela 4.5 – Postos de trabalho em equipa e individuais

Equipa	Posto de trabalho		Função
1	EA	EB	Proteções exteriores
2	EC	ED	Proteções exteriores
3	EE	EF	Proteções exteriores
4	EG	EH	Proteções exteriores
Postos de trabalho executados individualmente	EI		Proteções interiores
	EJ		Proteções exteriores, <i>Sd card</i> e colete de segurança
	EK		Carta do veículo e <i>label</i>
	EL		Preparação do saco com as opções

Na figura 4.8 observa-se a representação das atuais cargas de trabalho, para o *mix* de produção, dos doze postos de trabalho estudados na expedição.

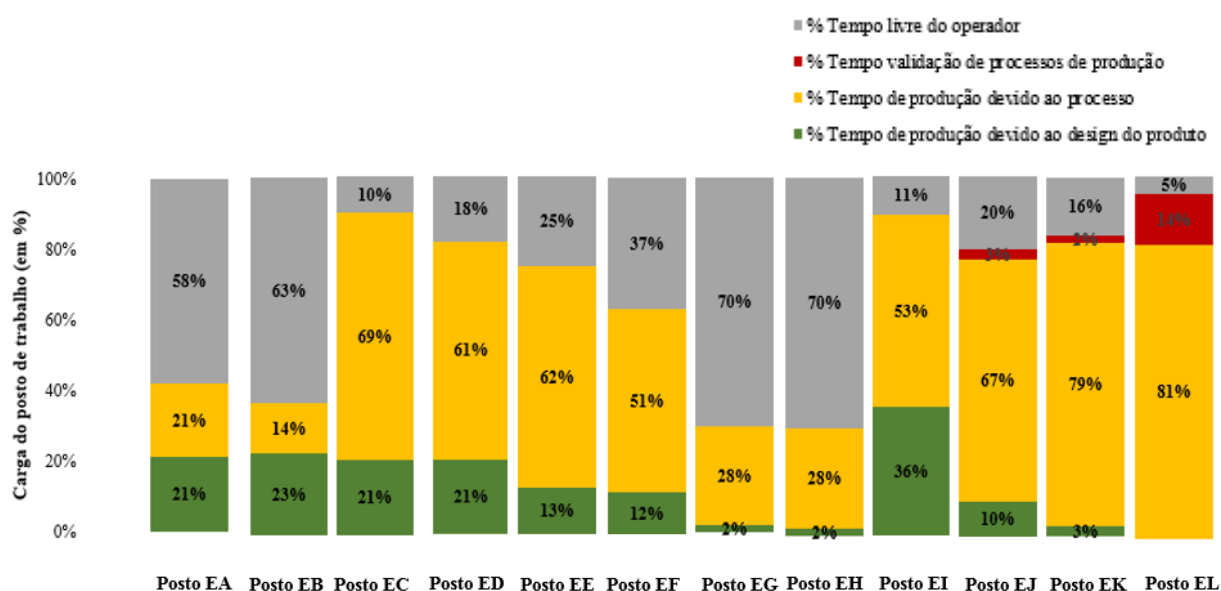


Figura 4.8 – Atuais cargas de trabalho em *mix* dos postos de trabalho da Área de Expedição

Estes doze postos de trabalho da Área de Expedição, apresentam na globalidade, uma carga de trabalho média, em *mix* de 66%. Para o cálculo das respetivas cargas de trabalho teve-se em consideração o tempo de ciclo para o *mix* de produção, de 104 segundos, calculado no subcapítulo 3.5.2. Os postos EA e EB, dizem respeito aos processos executados de colocação de proteções nos veículos que seguem destino para o mercado especial. Analisando na figura 4.8 verifica-se que apesar das cargas de trabalho para o *mix* de produção serem baixas nestes dois postos, (42% e 37% respetivamente) o processo têm obrigatoriamente de ser executado por dois operadores em simultâneo. Não se propõe nenhuma alteração para esta estação de trabalho.

Os postos EC e ED são também executados em equipa. Nesta estação são colocadas as proteções no teto e *capot* do *Scirocco*, bem como a colocação da proteção no *capot* do MPV. As cargas apresentadas de 90% e de 82%, são mais aceitáveis comparativamente às cargas dos postos EA e EB, tendo em conta o tempo de ciclo de 104 segundos para o *mix*. Para estes postos de trabalho também, não são sugeridas alterações.

Os postos de trabalho EE e EF apresentam cargas de trabalho de 75% e de 63%, respetivamente. Como referido na tabela 4.5 nestes postos de trabalho os operadores também efetuam as operações em equipa. Não são propostas quaisquer alterações nesta estação de trabalho devido às atuais diretrizes do processo de produção.

Nos postos de trabalho EG e EH, são colocadas as proteções na superfície do teto do MPV. Como se observa na figura 4.8 as cargas de trabalho de 30% para os postos EG e EH, são valores demasiado baixos. Isto explica-se devido ao fato de que nestes postos, em que os operadores executam as operações em simultâneo, estas só se aplicam no MPV. Esta estação de trabalho, como referido, encontra-se na fisicamente na Área de Montagem devido às imposições do processo de produção e também devido ao atual *layout*. Os operadores encontram-se a desenvolver o seu trabalho, sobre uma plataforma elevatória que está acima da altura do veículo.

Não é sugerida qualquer alteração nestes dois postos de trabalho, no entanto, é sugerido, que seja feito um estudo, incorporando as áreas do Planeamento, do Processo de Produção e de Logística, de forma a ser avaliada a possibilidade destes dois postos de trabalho serem colocados “físicamente” na Área de Expedição

Os postos EI, EJ, EK e EL são executados individualmente. Em todos, os operadores, deslocam-se em qualquer uma das dezoito estações de trabalho existentes (deslocam-se em função da estação de trabalho em que o veículo esteja). No posto de trabalho EI, são colocadas proteções no interior do veículo, verificando-se uma carga média para o *mix* de 89%. Considera-se esta carga aceitável. No posto EJ, são colocadas proteções nas extremidades do veículo, é verificado e colocado o *Sd card*, bem como o colete de segurança. No posto EK o operador têm como principal responsabilidade a colocação da carta e da *label* de identificação em cada veículo. O posto de trabalho EL é o último analisado para esta área, onde essencialmente são preparadas e colocadas na bagageira, as opções do veículo de acordo com o pedido do cliente. Como se observa na figura 4.8, o posto de trabalho EJ apresenta uma carga para o *mix* de 80%, o posto de trabalho EK, de 84% e o posto de trabalho EL, de 95%. O tempo de operação em *mix* (que influencia o cálculo da carga de trabalho), nestes quatro postos de trabalho, é sobretudo influenciado pelos deslocamentos que o operador efetua. Foi considerado um deslocamento médio, tendo em conta as dezoito estações de trabalho, aquando do estudo MTM-UAS elaborado.

A mesma análise pode ser feita considerando apenas o modelo em processo de produção. No entanto como referido no capítulo 3, em postos de trabalho em que o processo é executado, em produtos em processo de produção, com determinadas opções e como não existe uma linha de produção com ciclo definido, para o cálculo da carga por modelo, deve ser considerado o tempo de ciclo para os produtos com a opção em causa. A tabela 4.6 mostra o resumo dos tempos de ciclo considerados nos cálculos das cargas de trabalho da figura 4.9 e 4.10.

Tabela 4.6 – Tempos de ciclo para os postos de trabalho da expedição

Posto de trabalho	Tempo de ciclo
EA	728
EB	
EC	
ED	152
EE	
EF	
EG	114
EH	
EI	
EJ	120
EK	104
EL	

Como se observa na tabela 4.6 o tempo de ciclo é o mesmo para os postos de trabalho que se encontram a efetuar o processo em simultâneo, variando de acordo com a estação de trabalho. A figura 4.9 apresenta as atuais cargas de trabalho para os doze postos da expedição, considerando apenas as operações no MPV.

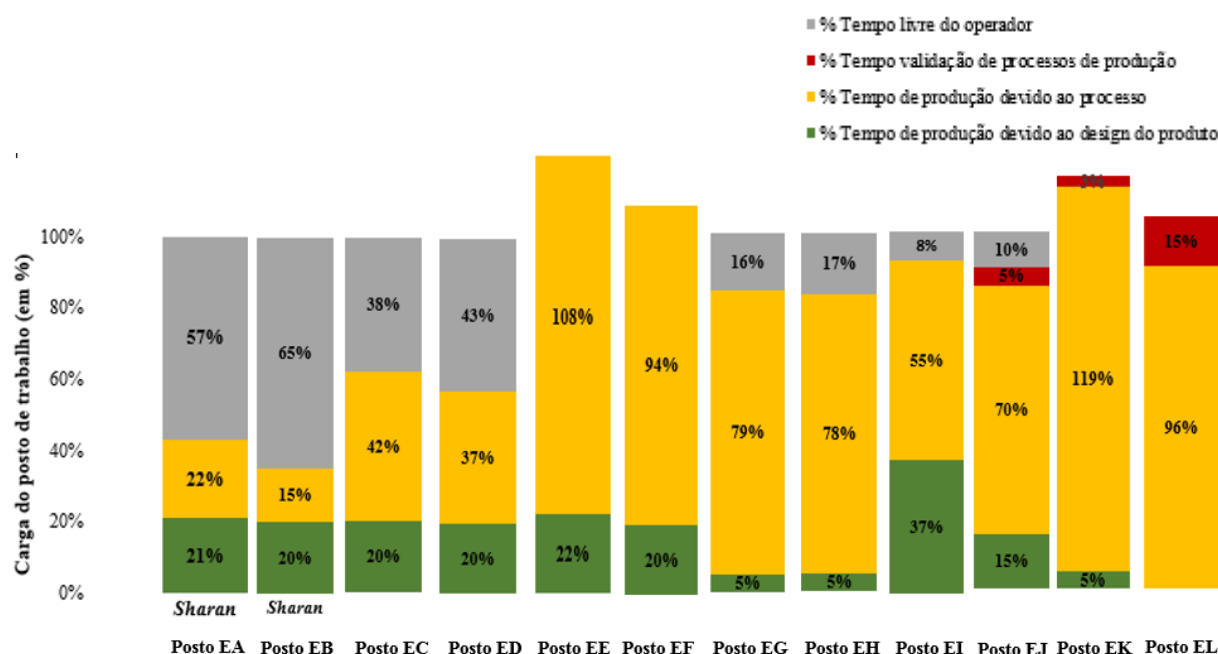


Figura 4.9 – Atuais cargas de trabalho para o MPV nos postos de trabalho na Área de Expedição

Todos os postos de trabalho apresentam cargas inferiores a 100%, à exceção do posto EE, EF, EK e EL. Os postos de trabalho EE e EF têm cargas de trabalho acima do desejado, no entanto não é uma situação extrema, uma vez que o elevado tempo despendido nas operações no MPV, é compensado nas operações no *Scirocco*, levando a cargas aceitáveis considerando o *mix*. Os postos EK e EL, também têm cargas de trabalho elevadas, em muito devido ao tempo de deslocamento do operador. Estas cargas também são aceitáveis, tendo em consideração a produção em *mix*. Considerando apenas a produção do MPV, a carga média para os doze postos de trabalho estudados é de 86%.

A figura 4.10 apresenta as cargas de trabalho para os doze postos de trabalho, considerando apenas as operações no *Scirocco*.

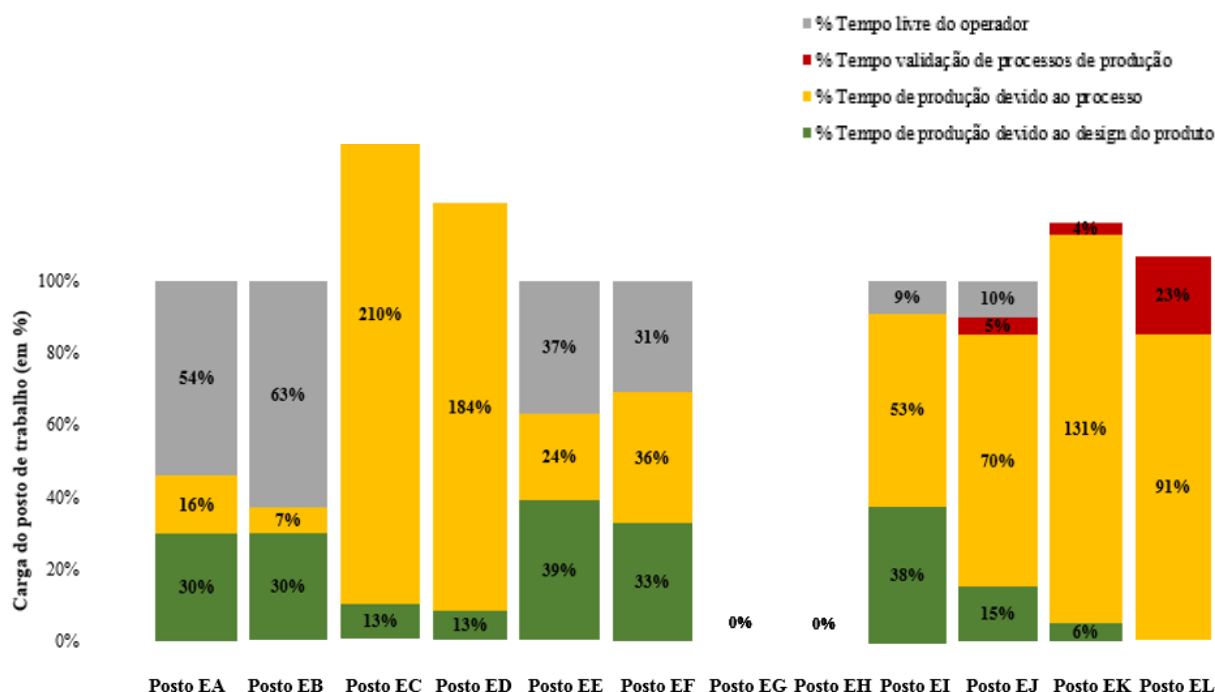


Figura 4.10 – Atuais cargas de trabalho para o *Scirocco* nos postos de trabalho na Área de Expedição

Analisando a figura 4.10 verifica-se, que à exceção dos postos de trabalho EC, ED, EK e EL, as cargas de trabalho são inferiores a 100%. As cargas bastante elevadas nos postos EC e ED, não apresentam uma situação preocupante, porque existe sempre auxílio dos operadores dos postos de trabalho EA e EB, principalmente na colocação da proteção no teto, que consome mais tempo. As cargas dos postos de trabalho EK e EL, são analisadas da mesma forma do que na figura 4.9. Considerando apenas o *Scirocco*, a carga média para os doze postos de trabalho estudados é de 107%, este valor não é preocupante, uma vez que na prática o posto de trabalho EC é executado por dois operadores, o mesmo acontecendo com o posto de trabalho ED, deste ponto de vista a carga de trabalho média é de 89%.

4.3. Síntese do Capítulo

Neste capítulo foram analisados os resultados do estudo para vinte e três postos de trabalho, em duas áreas de produção distintas. A primeira área estudada é a de Montagem, onde são estudados onze postos de trabalho. A segunda área analisada é a de Expedição com doze postos de trabalho analisados.

São estudadas as cargas de trabalho para cada uma das áreas produtivas, sendo que, em primeira instância devem ser sempre analisadas as cargas que dão uma visão global do posto de trabalho (as cargas do *mix* de produção) e só depois numa segunda fase as cargas de trabalho por modelo. Da análise das cargas da Área de Montagem, verifica-se que existem postos de trabalho, nos quais os tempos de operação se encontram muito abaixo do tempo de ciclo da linha. O que não vai de encontro a um dos objetivos do sistema de produção, que é aproximar o tempo de operação do posto de trabalho ao tempo de ciclo da linha de produção, vulgarmente chamado de “balanceamento da linha de produção”.

Da análise comparativa feita para os vários postos de trabalho, tendo em consideração as cargas, o processo de trabalho para cada modelo, a estação de trabalho, o *layout* e as restrições de processo de

produção que existem; é proposto a eliminação do posto de trabalho A e do posto de trabalho G (por turno de trabalho) o que equivale a uma redução efetiva de quatro postos de trabalho por dia de produção.

No que se refere ao estudo na Área de Expedição, têm de ser tido em linha de conta, que oito dos doze postos de trabalho são executados em equipas de dois operadores, e neste local não existe uma linha com velocidade constante. Da análise das cargas do *mix* de produção dos postos de trabalho da Área de Expedição, verificam-se postos de trabalho com cargas um pouco baixas e postos com cargas aceitáveis. As cargas por modelo que se verificam elevadas em alguns postos de trabalho, não são preocupantes, porque devido ao trabalho em equipa que existe neste local, existe sempre “entrelajada no trabalho”. A tabela 4.7 apresenta o resumo das cargas de trabalho para o *mix* de produção, para as duas áreas estudadas.

Tabela 4.7 – Resumo das cargas de trabalho para o *mix* de produção das áreas estudadas

Postos da Montagem	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Atual	69%	55%	49%	71%	80%	45%	36%	46%	44%	44%	51%	
Proposta	0%	87%	86%	71%	80%	81%	0%	46%	44%	44%	51%	
Postos da Expedição	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL
Atual	42%	37%	90%	82%	75%	63%	30%	30%	89%	80%	84%	95%

A título de curiosidade a tabela 4.8 apresenta cenários alternativos de cargas de trabalho em *mix* para diferentes volumes de produção. O que ilustra uma outra vantagem em ter um estudo MTM-UAS elaborado, permitindo prever o que acontece em cada posto de trabalho se o plano de produção for alterado. Os postos assinalados a vermelho indicam os casos críticos onde poderia existir excesso de trabalho. Por norma para cargas superiores a 98% para o *mix* de produção, deve ser revista a força de trabalho.

Tabela 4.8 – Cargas de trabalho em *mix* para diferentes cenários produtivos

	Postos da Montagem	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
Volume produção (unidades)	400	60 %	48 %	43 %	61 %	69 %	39 %	31 %	41 %	38 %	38 %	44 %	
	600	90 %	72 %	64 %	92 %	104 %	58 %	47 %	61 %	57 %	57 %	66 %	
	Postos da Expedição	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK	EL
Volume produção (unidades)	400	34 %	29 %	72 %	65 %	60 %	50 %	26 %	26 %	71 %	63 %	66 %	76 %
	600	50 %	44 %	108 %	97 %	89 %	74 %	39 %	40 %	106 %	95 %	100 %	113 %

Capítulo 5 – Conclusões e Trabalho Futuro

Este é o último capítulo da dissertação. É realizada uma sucinta descrição do trabalho desenvolvido e das conclusões obtidas ao longo do estudo. Apresentam-se também as limitações do presente trabalho e sugestões para estudos que possam ser realizados futuramente.

5.1. Conclusões

De janeiro a novembro de 2015, verificou-se uma diminuição na produção automóvel em Portugal, relativamente ao período homólogo de 2014 (essa diminuição foi de 3,1%). Tendo em linha de conta este dado e considerando as economias cada vez mais instáveis dos diversos mercados, os pedidos de encomenda, de produtos da indústria automóvel, podem ser cada vez mais variáveis. Desta forma, uma fábrica de produção automóvel deve definir estratégias, que tornem a sua produção mais eficiente. Este conceito de uma “estratégia produtiva eficiente”, i.e., consumir o mínimo de recursos possíveis, para se obter o produto final com a mesma qualidade, é uma das possíveis definições a utilizar quando queremos definir a Produção *Lean*.

Foi proposto pela área de Engenharia Industrial da *Volkswagen* Autoeuropa, ao autor desta dissertação, o estudo e a avaliação de postos de trabalho em duas distintas áreas da produção, com o objetivo de ser feito o levantamento dos processos de produção existentes, descrever e documentar esses mesmos processos e além disso fazer um estudo dos tempos de operação para cada posto de trabalho, com intuito de colocar essa análise no *software* de gestão de planos de produção da fábrica. Todo o trabalho desenvolvido têm como base fundamental, a metodologia MTM-UAS. Uma metodologia muito utilizada para estudar postos de trabalho no setor da produção automóvel.

Com esta metodologia, são analisados os movimentos que o operador executa nas operações produtivas, sendo descrita a sequência de movimentos e atribuído a cada movimento um código, referida a frequência do tipo de movimento e classificado de acordo com as normas do sistema de produção (diferenciação dos movimentos que acrescentam valor à produção, ou que em sentido oposto são considerados desperdício). Após esta análise dos movimentos do operador, obtém-se um tempo padrão para o posto de trabalho, sendo considerado o tempo *standard* de operação no posto de trabalho.

Conclui-se que ao utilizar-se esta metodologia, é possível gerar como *output*, a descrição de processos de trabalho (uma vez que é feito um mapeamento do trabalho desempenhado pelo operador) e também o tempo de operacionalidade do posto de trabalho. A descrição do processo de trabalho é de enorme valor, no sentido, em que é um instrumento utilizado pela gestão, *team leaders* e operadores. O tempo de operação permite estabelecer a carga do posto de trabalho, sendo um dado bastante importante, em indústrias, nas quais a expressão “tempo é dinheiro” é citada em sentido literal.

Existe ainda uma terceira vantagem na utilização desta metodologia, que é fazer a comparação entre o estado atual de uma estação de trabalho, em termos de processo e de cargas de trabalho e cenários alternativos, cenários em que se altera o processo do posto de trabalho, o *layout* da estação de trabalho ou até volumes de produção.

Os postos de trabalho da Área de Montagem são os primeiros a serem estudados. São analisados onze postos de trabalho, situados fisicamente em diferentes locais da linha de produção. Dos onze postos de trabalho analisados, oito encontram-se operacionais na linha de produção (posto A, B, C, D, E, F, G, H e o I), no posto de trabalho J são desempenhados processos logísticos entre estações de trabalho e no posto de trabalho K o operador executa tarefas de suporte a várias estações de trabalho. Para cada um destes postos de trabalho é descrito as atuais operações de trabalho, definido-se as folhas de trabalho *standard* apresentadas no anexo 3 desta dissertação.

A carga média para o *mix* de produção, nestes onze postos de trabalho é de 54%. Considerando apenas a produção do MPV a carga média é de 59%, sendo que para o *Scirocco* verifica-se uma carga média de 22%. Tendo em consideração o indicador da carga média para o *mix* de produção (a carga que deve ser analisa em primeira instância) verifica-se que o valor é um pouco baixo, o que indica um desfasamento entre o tempo de ciclo que a linha impõe em cada estação de trabalho e o tempo de operação nos vários postos de trabalho.

Da análise feita às cargas de trabalho de cada posto de trabalho, tendo em linha de conta, o processo de trabalho, o local da estação de trabalho na linha de produção, o *layout* e as restrições do processo de produção que existem, é feita a proposta para a eliminação do posto de trabalho A e do posto de trabalho G, em cada turno de trabalho. Com esta proposta, redistribui-se processos de trabalho e reduz-se o *off-standard* dos postos de trabalho da estação 01 e da 27.

Com a proposta apresentada, a carga de trabalho média para o *mix* de produção, sobe para 66%. Considerando o MPV, sobe 13% em relação à carga média atual de 59%, sendo que para o *Scirocco* essa subida é de apenas 4%. Para o sugerido, não é requerido qualquer investimento por parte da fábrica, apenas são propostas alterações no processo de produção em duas estações de trabalho. Sugere-se a redução da atual equipa de onze operadores por turno (vinte e dois por dia de produção) para nove operadores por turno (dezoito por dia de produção).

O ganho da produtividade parcial do trabalho na Área de Montagem é 18,2%, uma vez que é feita a proposta de redução de dois postos de trabalho por turno, num total de onze. A linha de produção têm um aumento parcial da sua eficiência em 12%, em cada turno de trabalho, com esta proposta.

A Área de Expedição é o segundo local de produção analisado. Nesse local cada veículo é preparado para expedição de acordo com determinadas opções impostas pelo cliente e pelo processo de produção, sendo colocadas as proteções exteriores para prevenção de possíveis danos que o veículo possa sofrer durante o transporte até ao mercado de destino. É uma área de produção, na qual não existe uma linha de produção com velocidade constante, pelo que se teve em consideração alguns aspetos, quando foi

feito o estudo das cargas de trabalho (nomeadamente o cálculo de tempos de ciclo para os vários postos de trabalho).

A análise das cargas de trabalho têm em consideração, a execução do processo de acordo com a opção em cada posto de trabalho, i.e. alguns postos não executam processos “para cem por cento da produção“. Além de ser feito o estudo para o *mix* de produção, os postos de trabalho são também analisados de acordo as operações efetuadas apenas nos veículos afetados a estes (a carga de trabalho por modelo), neste caso quando se estuda o posto considerando apenas um determinado modelo, o tempo de ciclo difere porque não existe uma linha que imponha uma velocidade constante (um ciclo constante).

Na Área de Expedição, existe o conceito de trabalho em equipa. Dos doze postos de trabalho analisados, oito são executados em equipas (quatro equipas de dois operadores) e quatro são executados individualmente. A carga de trabalho média para o *mix* de produção é de 63%, considerando apenas o MPV é de 86%, no que se refere ao *Scirocco*, para efeitos teóricos a carga média é de 107%, sendo na realidade de 89%. Importa referir que os postos de trabalho com cargas por modelo, com valores superiores a 100% não apresentam preocupação, devido ao trabalho em equipa que existe neste local, se essas cargas de trabalho se verificassem por exemplo na linha de produção da Área de Montagem, aí seria bastante preocupante.

Para a Área da Expedição não são propostas quaisquer alterações aos postos de trabalho analisados. É também importante, referir que toda a análise para os vinte e três postos de trabalho, foi colocada no *software* de gestão de planos de produção da fábrica. Foi descrito o processo de cada posto de trabalho e criadas as folhas de trabalho *standard*, para o MPV e para o *Scirocco*, folhas essas que contém, a descrição do processo, o tempo de processo e as fotos ilustrativas de cada situação descrita. Por motivos de confidencialidade essas folhas não são apresentadas nesta dissertação. O estudo MTM-UAS também está implementado no *software* para as duas áreas produtivas.

O estudo desenvolvido na Área de Montagem foi apresentado aos responsáveis do departamento de Engenharia Industrial, e segundo o *feedback* destes, as propostas apresentadas devem ser implementadas em curto prazo. No que se refere ao estudo na Área de Expedição, falta nesta fase, a validação do estudo MTM-UAS, por parte de um responsável da empresa, validação de tempos de operação e a validação da descrição do processo dos vários postos de trabalho. Por esta razão, não foram apresentadas nesta dissertação as folhas de processo para esta área de produção.

5.2. Limitações do Estudo

O estudo desenvolvido para a Área de Montagem, traduz resultados em termos de cargas de trabalho muito robustos, uma vez que resulta única e exclusivamente da aplicação estudo MTM-UAS. Quanto ao estudo desenvolvido na Área de Expedição, alguns tempos de suboperação estão afetados pelos códigos da metodologia e outros por cronometragem. Não sendo este estudo considerado tão

robusto como o primeiro, no entanto, esta foi a única forma encontrada para analisar postos de trabalho que não se encontram numa linha de produção em que o ciclo é constante.

Outra questão a referir para complementar este trabalho, é a necessidade de ser feito um estudo ergonómico para cada um dos postos de trabalho analisados na Montagem e na Expedição. Sendo que para os postos de trabalho analisados na Montagem esse estudo ergonómico deve ser feito para o estado atual e para a proposta apresentada, de forma a serem analisadas do ponto de vista ergonómico as alterações propostas. É deixada a sugestão para os ergonomistas da empresa desenvolverem esse estudo, de forma a validarem do ponto de vista ergonómico este trabalho.

5.3. Trabalho Futuro

Tendo em consideração os resultados e conclusões apresentadas, sugere-se que seja feito um estudo para o posto de trabalho J, da Área de Montagem. Fazendo-se a comparação, em termos de custos para a fábrica, de este trabalho de transporte de *racks* se manter como está neste momento (desempenhado por um operador) ou ser executado em regime de *outsourcing* pela empresa que efetua as atividades de suporte logístico. Para a Área de Expedição, sugere-se um estudo em conjunto com o departamento de Planeamento, o departamento de Processo de Produção e o departamento de Logística, para avaliar a possibilidade dos postos de trabalho EG e EH serem colocados fisicamente na Expedição.

Deixar uma nota final para o estudo da Área de Expedição. No início deste trabalho foi pedido pelo responsável da área de acolhimento, se possível, para ser feito um cenário, para os processos da expedição serem colocados na linha de produção da Área de Montagem. Importa referir que este trabalho centrou-se apenas na análise do trabalho que é desempenhado atualmente neste local de expedição, no entanto, as conclusões retiradas em termos de processo e tempo de operacionalidade, são de grande valor, para suportar um futuro estudo para a alteração física desta área produtiva. Devendo-se deixar a sugestão, que caso seja efetivamente pensada uma alteração para esta área, deve ser feita uma abordagem mais alargada, com estudos elaborados pelo Processo de Produção, o Planeamento (englobando alterações de *layout* e equipamentos), a Logística (alteração do local de abastecimento dos materiais utilizados pelos operadores) e pela Qualidade (se podem ser feitas alterações tendo conta as restrições impostas pela Qualidade).

Bibliografia

- Allnoch, A. (1998). Q&A: Masaaki Imai. *Industrial Management*, 40, 4–6. Consultado em 2 de outubro, 2015, disponível em <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.fgcu.edu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=4fb3a2e8-f118-4461-8790-514e3b326963@sessionmgr114&vid=1&hid=102>
- Almeida, D., & Ferreira, J. (2009). Analysis of the Methods Time Measurement (MTM) methodology through its application in manufacturing companies. In *19th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM) Middlesbrough*.
- Alvarez, R. D. R., & Antunes Jr., J. A. V. (2001). Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. *Gestão & Produção*, 8(1), 1–18.
- Alves, A. C., Dinis-Carvalho, J., Sousa, R. M., Moreira, F., & Lima, R. M. (2011). Benefits of Lean Management: Results From Some Industrial Cases in Portugal. In *6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011)*. Edições INEGI.
- Araujo, C., & Rentes, A. (2006). A metodologia Kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta. *Revista Gestão Industrial*, 2(2), 133–142. <http://doi.org/10.3895/S1808-04482006000200008>
- Associação MTM Portugal. (2010). *MTM - Ferramenta para Melhoria Contínua*. Consultado em 7 de setembro, 2015, disponível em <http://pt.slideshare.net/MTMportugal/mtm-uma-ferramenta-para-a-melhoria-contnua-2897461>
- Associação Automóvel de Portugal (2015). *Comunicados de Imprensa*. Consultado em 2 de janeiro, 2016, disponível em <http://www.acap.pt/pt/noticia/2808/producao-automovel-em-portugal-queda-de-22-em-novembro-e-descida-acumulada-de-31/>
- Associação Automóvel de Portugal (2016). *Produção Automóvel em Portugal*. Consultado em 18 de março, 2016, disponível em [http://www.autoinforma.pt/index.php?MIT=0&template_id=315&xpto=1&a\[\]=036458,,36458,,](http://www.autoinforma.pt/index.php?MIT=0&template_id=315&xpto=1&a[]=036458,,36458,,)
- Barlotti, C. (2013) Lean Thinking. *Analisi Misura Ottimizzazione*. Consultado em fevereiro, 2016, disponível em https://books.google.pt/books?id=vG07CQAAQBAJ&pg=PA74&lpg=PA74&dq=MTM+UAS+Tabelle+tmu&source=bl&ots=zKrU9AloCJ&sig=BU1QEDOttuZq726n57YH4aIUzos&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwjC_N2e9-XKAhUEdR4KHZdGDJAQ6AEIZTAJ#v=onepage&q&f=false
- Barnes, Ralph M. (1977) *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho*. São Paulo:Edgard Blucher, cop. 1977
- Alves, J. L. S. C. (2005). *Produtividade em Portugal: Caso de Estudo Volkswagen Autoeuropa*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa
-

- Becker, C., & Scholl, A. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 168(3), 694–715. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.07.023>
- Bloom, N., & Reenen, J. Van. (2010). Human Resource Management and Productivity. *Centre for Economic Performance - London School of Economics and Political Science. Handbook of labor economics*, 4, 1697-1767.
- Borba, M., Link, C., Zonta, A., & Daros, G. (2008). Comparação dos métodos de análise de tempos pré-determinados MTM-A1 e MTM-UAS : um estudo de caso junto a uma linha de montagem de telefones. *XV Simpósio de Engenharia de Produção*, 1-12
- Boysen, N., Flidner, M., & Scholl, A. (2007). A classification of assembly line balancing problems. *European Journal of Operational Research*, 183(2), 674–693. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.10.010>
- Boysen, N., Flidner, M., & Scholl, A. (2008). Assembly line balancing: Which model to use when? *International Journal of Production Economics*, 111(2), 509–528. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.026>
- Boysen, N., Flidner, M., & Scholl, A. (2009). Sequencing mixed-model assembly lines: Survey, classification and model critique. *European Journal of Operational Research*, 192(2), 349–373. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.09.013>
- Chryssolouris, G. (1992). Manufacturing systems: theory and practice. *Springer Science & Business Media*. Consultado em https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=663VBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=+Manufacturing+Systems:+Theory+and+Practice&ots=c7rZeF4ueR&sig=TQz-Yd_726gGFyKePQ6VVXUVMNU&redir_esc=y#v=onepage&q=Manufacturing%20Systems%3A%20Theory%20and%20Practice&f=false
- Cabeças, J. (2005). *MTM Introdução aos sistemas de tempos pré-determinados*. Documentação de apoio à disciplina de Estudo do Trabalho. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa
- Cakmakci, M. (2009). Process improvement: Performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 41(1-2), 168–179. <http://doi.org/10.1007/s00170-008-1434-4>
- Cakmakci, M., & Karasu, M. K. (2007). Set-up time reduction process and integrated predetermined time system MTM-UAS: A study of application in a large size company of automobile industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 33(3-4), 334–344. <http://doi.org/10.1007/s00170-006-0466-x>
- Chandra, W. W., & Noya, S. (2014). Waste analysis in self-service process. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2(3), 168–173.
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a Lean/Sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48(4), 1069–1086. <http://doi.org/10.1080/00207540802484911>
- Coelho, H. C. (2015). *Como gerir empresas a golpes de Kaizen*. *Diário Económico*, E+ fim de semana, 8-9.

- Davies, S. (2009). A matter of takt. *Engineering & Technology*, 4(9), 62–65. Consultado em 18 de outubro, 2015, disponível em [10.1049/et.2009.0915\http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=42642455&lang=pt-br&site=ehost-live](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=42642455&lang=pt-br&site=ehost-live)
- Di Gironimo, G., Di Martino, C., Lanzotti, A., Marzano, A., & Russo, G. (2012). Improving MTM-UAS to predetermine automotive maintenance times. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 6(4), 265–273. <http://doi.org/10.1007/s12008-012-0158-8>
- Eduardo, S., Mello, C., Silva, C., Oliveira, E., & Almeida, D. (2009). Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. *Gestão e Produção*, 16(3), 344–356. <http://doi.org/10.1590/S0104-530X2009000300003>
- Gao, S., & Low, S. P. (2013). The Toyota Way model: an alternative framework for lean construction. *Total Quality Management & Business Excellence*, 25(5-6), 664–682. <http://doi.org/10.1080/14783363.2013.820022>
- Ghinato, P. (2007). *Jidoka: Mais do que Pilar da Qualidade*. Consultado em 8 de novembro, 2015, disponível em <http://docslide.com.br/documents/jidoka-55938bdebf6f4.html>
- Heizer, J., & Render, B. (2011). Operations Management (10th ed.). New Jersey: Pearson Education International.
- Herrmann, C., Thiede, S., Stehr, J., & Bergmann, L. (2008). An environmental perspective on Lean production. *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*, pp. 83–88. Springer london. http://doi.org/10.1007/978-1-84800-267-8_16
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <http://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hinckley, C. M. (2007). Combining mistake-proofing and Jidoka to achieve world class quality in clinical chemistry. *Accreditation and Quality Assurance*, 12(5), 223–230. <http://doi.org/10.1007/s00769-007-0256-7>
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: a review of contemporary Lean Thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011. <http://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- Instituto Nacional de Estatística, I. P. (2015). *Estatísticas da Produção Industrial 2014- Edição de 2015*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P. ISBN 978-989-25-0307-3. Consultado em 10 de dezembro, 2015, disponível em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESTipo=ea&PUBLICACOEScoleccion=107691&selTab=tab0&xlang=pt
- International MTM Directorate (2015). Consultado em 2 janeiro, 2016, disponível em <http://mtm-international.org/work-measurement-mtm-systems/>

- Kilpatrick, J. (2003). Lean Principles. *Utah Manufacturing Extension Partnership*, 1–5. Consultado em 22 de outubro, 2015, disponível em https://yourcareeracademy.com/yca/assets/uploads/lib_file/Lean%20Principles%20-%20overview.pdf
- Kobayashi, K., Fisher, R., & Gapp, R. (2008). Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. *Total Quality Management & Business Excellence*, 19(3), 245–262. <http://doi.org/10.1080/14783360701600704>
- Kumar, S. A., & Suresh, N. (2008). Production and Operations Management (2th ed.). N. A. I. Publishers.
- Lander, E., & Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681–3698. <http://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Laring, J., Forsman, M., Kadeffors, R., & Örtengren, R. (2002). MTM-based ergonomic workload analysis. *Industrial Journal of Industrial Ergonomics*, 30(3), 135–148. <http://doi.org/10.1049/tpe:19720017>
- Liker, J. K., & Morgan, J. (2011). Lean Product Development as a System: A Case Study of Body and Stamping Development at Ford. *Engineering Management Journal*, 23(1), 16–28. <http://doi.org/10.1080/10429247.2011.11431884>
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: The case of Lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <http://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Machado, V. C. (2007). Perspectivas e desenvolvimento da Produção Magra. *VIII Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, CIBIM8, Perú-Cusco (Vol. 23)*. Consultado em 10 de outubro, 2015, disponível em <http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/20/2026.pdf> <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:PERSPECTIVAS+DE+DESENVOLVIMENTO+DA+PRODU??O+MAGRA#1>
- Machado, V. C., & Pereira, A. (2008). Modelling Lean performance. *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, ICMIT*.
- McKay, K. N., & Wiers, V. C. S. (2003). Planning, scheduling and dispatching tasks in production control. *Cognition, Technology & Work*, 5(2), 82–93. <http://doi.org/10.1007/s10111-002-0117-4>
- Melo, D., & Brito, J. (2014). *Utilização do método MTM-UAS como ferramenta de análise e aumento de produtividade*. Salvador, Brasil. Consultado em 4 de outubro, 2015, disponível em http://www.conemi.org.br/download/TT06_XIV_CONEMI-001.pdf
- Melton, T. (2004). To Lean or not to Lean? *The Chemical Engineer*, 759, 34–37.
- Melton, T. (2005). The benefits of Lean manufacturing: what Lean Thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <http://doi.org/10.1205/cherd.04351>

- Merengo, C., Nava, F., & Pozzetti, A. (1999). Balancing and sequencing manual mixed-model assembly lines. *International Journal of Production Research*, 37(12), 2835–2860. <http://doi.org/10.1080/002075499190545>
- Monden, Y. (1983). Toyota production system: practical approach to production management. *Engineering & Management Press*.
- Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (2016). *World Motor Vehicle Production by Country and Type*. Consultado em 20 de março, 2016, disponível em <http://www.oica.net/wp-content/uploads//Total-2015-Q41.pdf>
- Forbes (2016). Nice Try VW: Toyota Again World's Largest Automaker. Consultado em 21 de março de 2016, disponível em <http://www.forbes.com/sites/bertelschmitt/2016/01/27/nice-try-vw-toyota-again-worlds-largest-automaker/#2594e03d2b65>
- Oliveira, F., Silva, I., & Helleno, A. (2011). Metodologia MTM (Methods-Time Measurement) como uma estratégia competitiva para um balanceamento de linha de produção mais enxuto. XXXI *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Belo Horizonte, Brasil. Consultado em 4 de outubro, 2015, disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_861_18076.pdf
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning & Control*, 17(1), 77–86. <http://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090. <http://doi.org/10.1080/0020754021000049817>
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of Lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), 138–155. <http://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Pereira, Z. L. & Requeijo, J. G. (2012). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. 2ª edição. Lisboa: FFCT.
- Pinto, J. P. (2013) *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*. 3ª edição. Lidel - edições técnicas, Lda
- Pochet, Y., & Wolsey, L. A. (2006). *Production planning by mixed integer programming*. Springer Science & Business Media. Consultado em https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=Uv8vn_kQZqEC&oi=fnd&pg=PA3&dq=definition+production+planning&ots=BLfu6VVxAV&sig=p2x6WymxHMFfRzBHlaeoliD8fA&redir_esc=y#v=onepage&q=definition%20production%20planning&f=false
- Ramunė Čiarnienė, & Milita Vienažindienė. (2013). Lean manufacturing implementation: the main challenges and barriers. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 35(1), 41–48.
- Razmi, J., & Shakh-Niyae, M. (2008). Developing a specific predetermined time study approach: an empirical study in a car industry. *Production Planning & Control*, 19(5), 454–460. <http://doi.org/10.1080/09537280802052028>
- Reis, L., & Felizardo, J.R. (2003). *A Indústria Automóvel - Realidades e Perspetivas*. Inteligência em Inovação

- Rivera, L., & Frank Chen, F. (2007). Measuring the impact of Lean tools on the cost–time investment of a product using cost–time profiles. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(6), 684–689. <http://doi.org/10.1016/j.rcim.2007.02.013>
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2011). The handbook of logistics & distribution management (4th ed.). London Kogan Page Limited. Consultado em https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fnashaucheba.ru%2Fv55450%2F%3Fdownload%3D1&ei=qLRfU9bdGc7Z0QX5_oCIBg&usg=AFQjCNEIfIaMHmOh2n36nKvok85GkGpmGA&sig2=KQVwzWNrmRKf-HZ_rWo7uw
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. A., & Deflorin, P. (2009). Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, 52(1), 79–88. <http://doi.org/10.1016/j.bushor.2008.08.004>
- Scholl, A., & Becker, C. (2006). State-of-the-art exact and heuristic solution procedures for simple assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*, 168(3), 666–693. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.07.022>
- Scholl, A., & Voß, S. (1997). Simple assembly line balancing-heuristic approaches. *Journal of Heuristics*, 2, 217–244. <http://doi.org/10.1007/BF00127358>
- Scroll, P., & For, D. (2012). Gemba Kaizen versus Muda, Mura, Muri. *Distributed Generation & Alternative Energy Journal*, 27(4), 5–7. <http://doi.org/10.1080/21563306.2012.10554218>
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [http://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](http://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <http://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Shingo, S. (1989). A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering viewpoint. *Japanese Management Association*, 69(10), 16. Consultado em 8 de setembro, 2015, disponível em http://www.kellogg.northwestern.edu/course/opns430/modules/lean_operations/shingo.pdf \n<http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=RKWU7WEIJ7oC&oi=fnd&pg=PR11&dq=A+study+of+the+Toyota+production+system&ots=nh8O8EDwhE&sig=KM5ybPg>
- Silveira, T., Jacob, A., & Borba, M. (2002). *O método MTM (Methods Time Measurement) para o aumento da produtividade e melhorias das práticas de trabalho*. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Simaria, A. S. D. A. (2001). *Uma metodologia para o balanceamento de linhas de montagem*. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Gestão. Escola de Gestão da Universidade do Porto. Consultado em 18 de outubro, 2015, disponível em https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/64666/1/3615_TM_01_P.pdf
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564. <http://doi.org/10.1080/00207547708943149>

- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean: Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. 1ª edição. LeanOp.
- Vilarinho, P. M., & Simaria, A. S. (2002). A two-stage heuristic method for balancing mixed-model assembly lines with parallel workstations. *International Journal of Production Research*, 40(6), 1405–1420. <http://doi.org/10.1080/00207540110116273>
- Vitasek, K. (2013). Supply chain management: terms and glossary. *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)*. Consultado em 22 de novembro, 2015, disponível em http://cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf
- Volkswagen Autoeuropa. (2013a). História. Consultado em 21 de fevereiro, 2016, disponível em <https://www.volkswagenautoeuropa.pt/empresa/factos-numeros>
- Volkswagen Autoeuropa (2013b). Imagens. Consultado em 18 março de 2016, disponível em <https://www.volkswagenautoeuropa.pt/comunicacao/relacoes-publicas/media-kit/imagens>
- Volkswagen Autoeuropa. (2015a). Nota de Imprensa. Consultado em 21 de fevereiro, 2016, disponível em https://www.volkswagen-mediaservices.com/documents/10541/2074387/Autoeuropa_March+2015_en.pdf
- Volkswagen Autoeuropa. (2015b). Revista Magazine. Consultado em 20 de janeiro, 2016, disponível em Intranet
- Volkswagen Autoeuropa. *Relatório de Sustentabilidade 2012*. Palmela. Consultado em 19 de fevereiro, 2016, disponível em https://www.volkswagenautoeuropa.pt/_files/relatorio-de-sustentabilidade-2011.pdf
- Volkswagen Navitor (2015). Consultado em 22 de março, 2016, disponível em http://navigator.volkswagenag.com/index.html?lang=en_GB&deeplink=#home
- Wiendahl, H.-P., ElMaraghy, H. A., Nyhuis, P., Zäh, M. F., Wiendahl, H.-H., Duffie, N., & Brieke, M. (2007). Changeable manufacturing - classification, design and operation. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 56(2), 783–809. <http://doi.org/10.1016/j.cirp.2007.10.003>
- Williamson, C. (2012). Back to the Basics: Business 101 (Capítulo 14). *CreateSpace Independent Publishing Platform*
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1994). From Lean production to the Lean enterprise. *Harvard Business Review*, 72(2), 93–103. <http://doi.org/http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=9405100922&sitelive>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). Machine that changed the world. *Simon and Schuster LTD*.
- Yang, C.-C., & Yang, K.-J. (2013). An integrated model of the Toyota Production System with Total Quality Management and people factors. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 23(5), 450–461. <http://doi.org/10.1002/hfm>
- Yang, C.-C., Yeh, T.-M., & Yang, K.-J. (2012). The implementation of technical practices and human factors of the Toyota Production System in different industries. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 22(6), 541–555. <http://doi.org/10.1002/hfm>

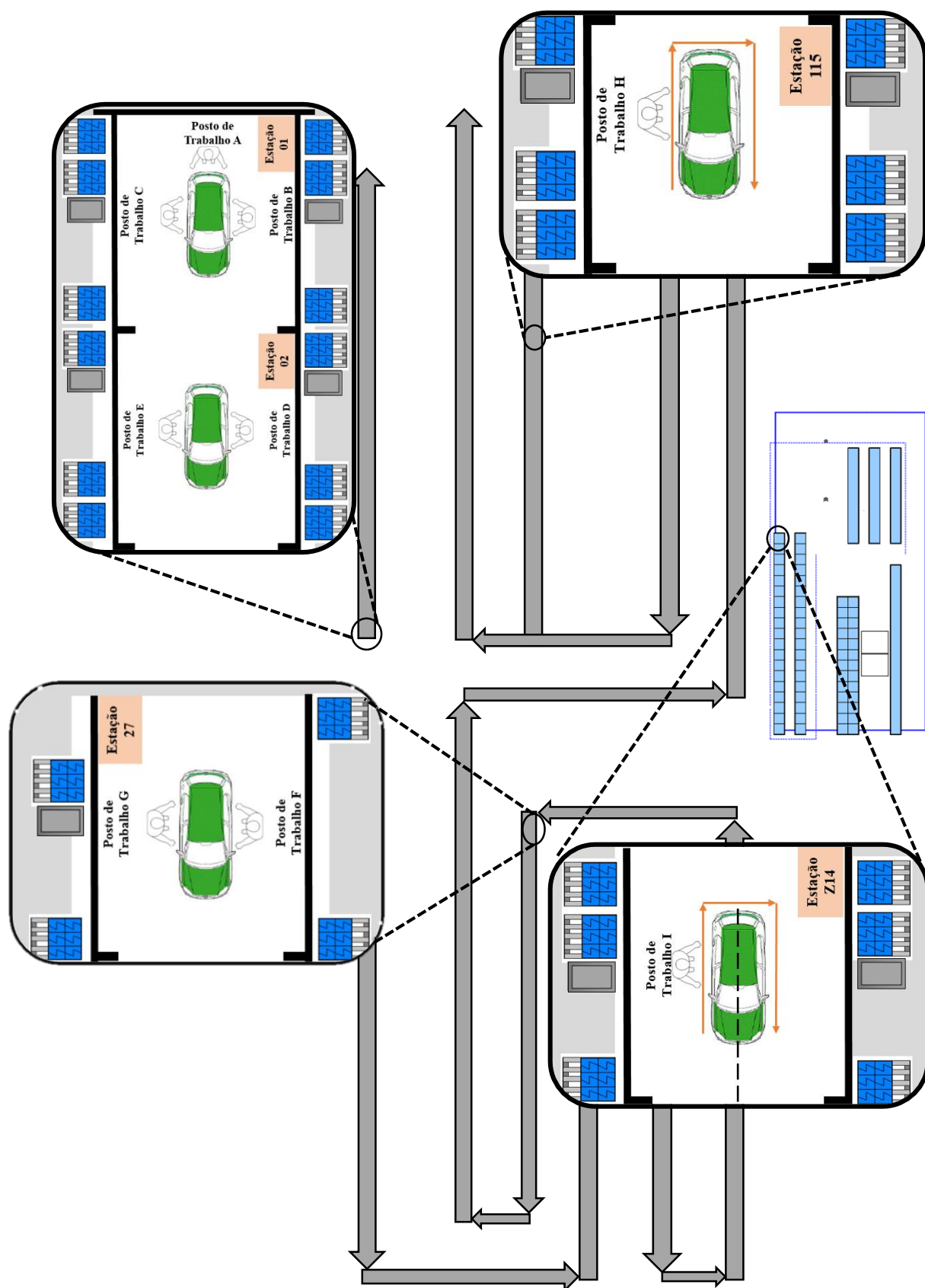


Figura A1 – Layout da Área de Montagem com a identificação dos postos de trabalho

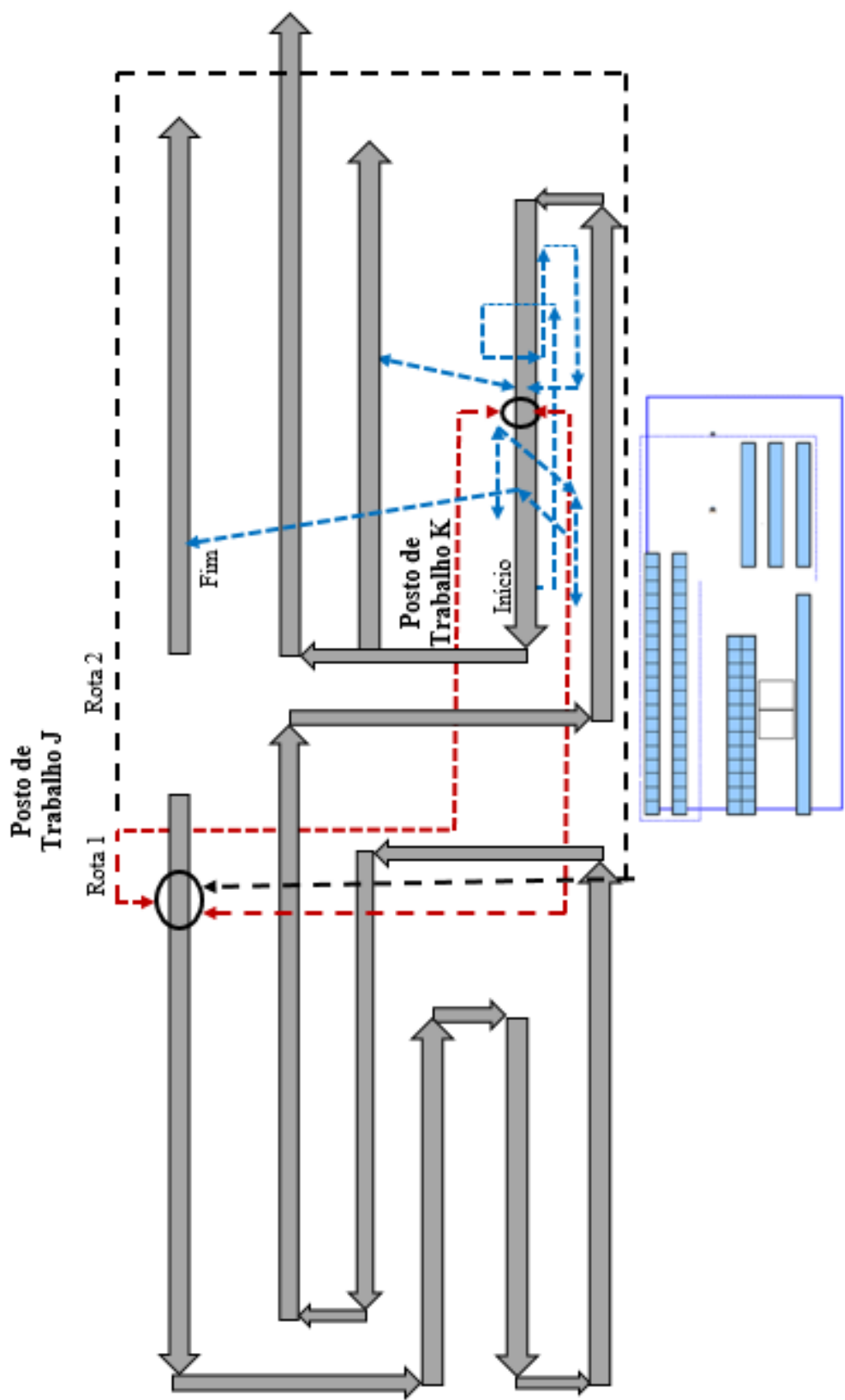


Figura A2 – Layout da Área de Montagem com a identificação dos postos de trabalho J e K

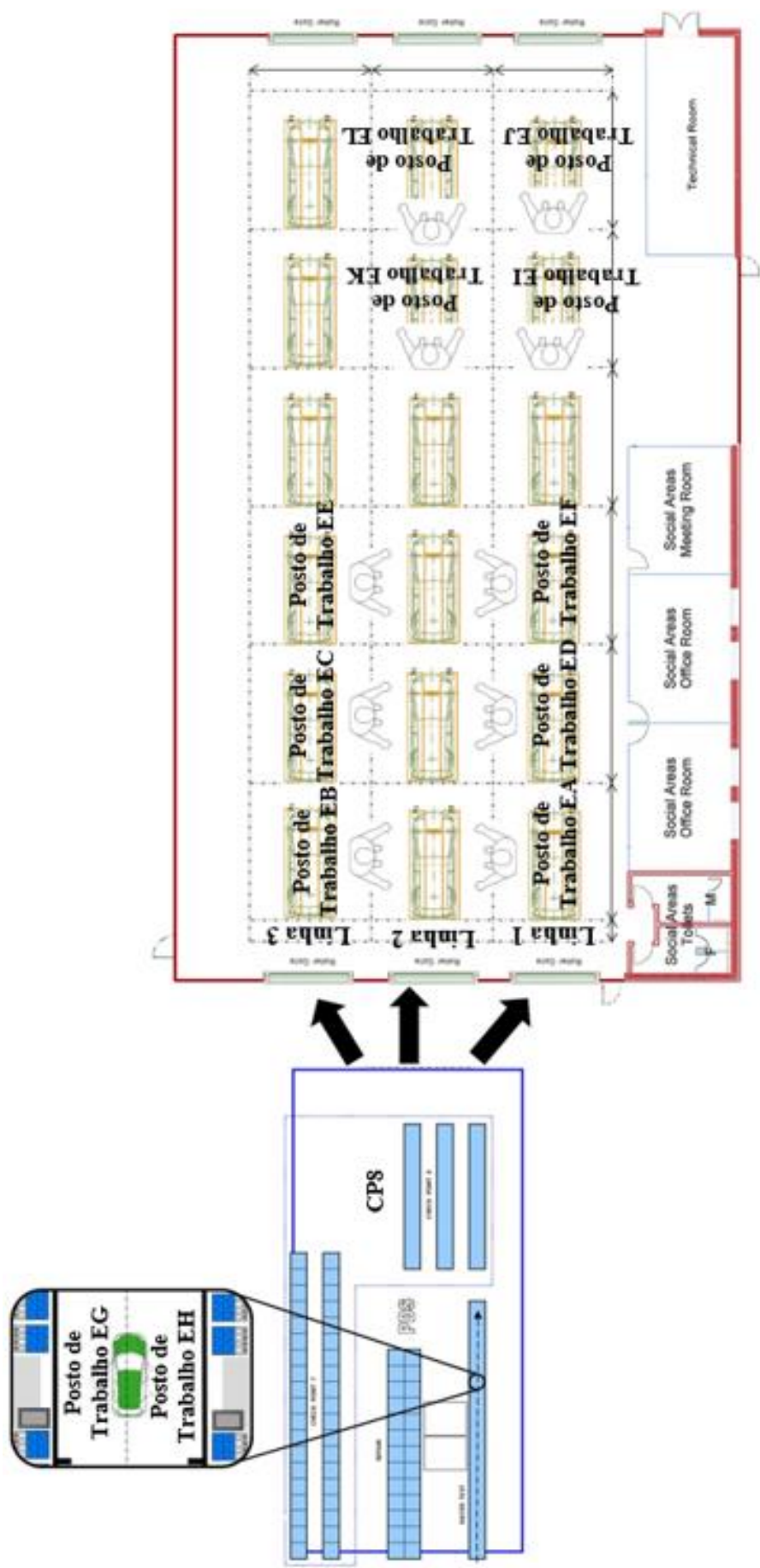


Figura A3 – Layout da Área de Expedição com a identificação dos postos de trabalho

Anexo 2. Análise justificativa das cargas de trabalho na Área de Montagem

a) Posto de trabalho B

Como se pode observar na figura A4, os postos de trabalho B e C são simétricos, os processos executados em cada posto são muito idênticos, havendo apenas pequenas diferenças em termos de deslocamentos do operador, sendo que o posto B possui uma suboperação adicional, a suboperação B2. Nestes postos de trabalho são colocadas várias *labels* no *fender* e nas portas dos dois modelos, que servirão para validação de processos em outras estações de trabalho. São também colocadas proteções nas embaladeiras e colocados batentes no MPV, no caso do *Scirocco*, são retirados os batentes da porta que são colocados na Área de Pintura. O posto de trabalho B encontra-se no lado esquerdo da estação 01.

A tabela A1 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho B, obtidos através da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 6.

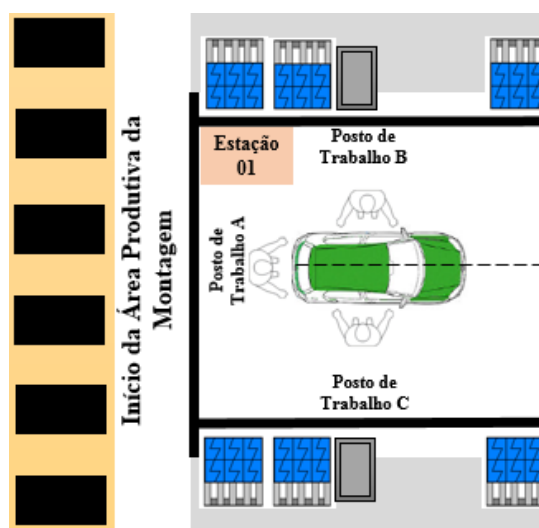


Figura A4 – Layout esquemático da estação 01

Tabela A1 – Tempos de operação do posto de trabalho B

Operação – Proteções do lado esquerdo MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
B1	Cola <i>labels</i>	23,67
B2	Cola proteção no <i>front fender</i>	4,68
B3	Coloca proteções na embaladeira frontal	12,78
B4	Coloca proteções na embaladeira traseira	22,14
B5	Coloca insonorizantes no interior do carro	5,94
Total (em segundos)		69,21
Operação – Proteções do lado esquerdo do <i>Scirocco</i>		
B6	Cola <i>labels</i>	14,13
B7	Retira batente da porta esquerda	3,06
B8	Coloca proteções na embaladeira	4,50
Total (em segundos)		21,69

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho B, obtidos das equações 3.7 à 3.9.

$$Workload_{MPV} = \frac{69,21}{114} \times 100 = 60,71\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{21,69}{114} \times 100 = 19,03\%$$

Tempo operação MPV = $69,21 \times 86,30\% \approx 60$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = $21,69 \times 13,70\% \approx 3$ segundos

Tempo operação em *mix* = $60 + 3 = 63$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho B tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{60 + 3}{1}}{114} \times 100 \approx 55\%$$

Na tabela A2 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto B.

Tabela A2 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho B

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	69,21	60,71%	86,30%	60	63	1	55%
<i>Scirocco</i>	21,69	19,03%	13,70%	3			

A figura A5 ilustra o gráfico de carga do posto de trabalho B. A carga de trabalho em *mix* de 55% corresponde aos 63 segundos de operação, existindo 51 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

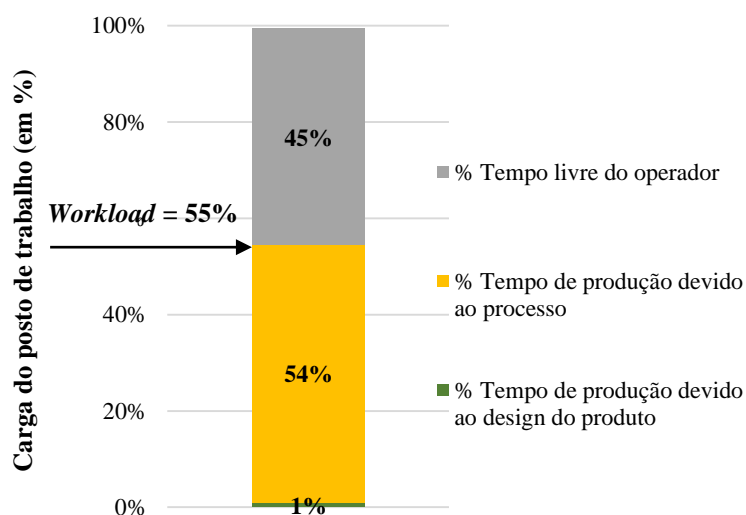


Figura A5 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho B

A figura A6 ilustra as cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*, que resultam da aplicação da equação 3.7 e 3.8, respetivamente. É perceptível que a carga do posto de trabalho, apenas, para o MPV é de 61% o que corresponde a uma ocupação do operador de cerca de 70 segundos, durante o tempo de ciclo da linha de produção. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de apenas 19% o que corresponde a 22 segundos de tempo efetivo de operação em 114 segundos de ciclo.

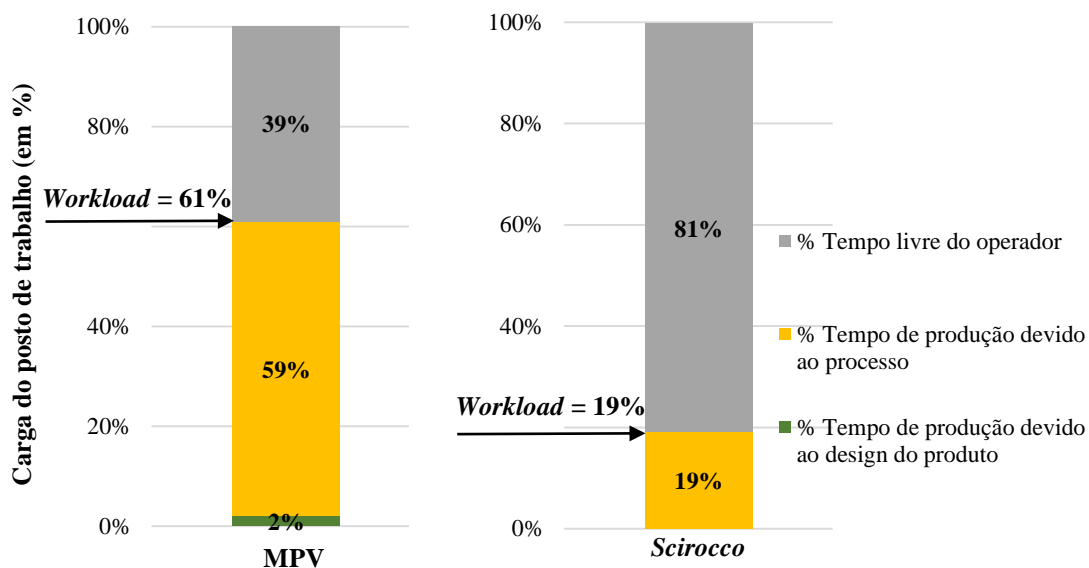


Figura A6 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho B

b) Posto de trabalho C

Este posto de trabalho é simétrico do posto de trabalho B, encontrando-se no lado direito da estação de trabalho 01. A tabela A3 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho C, obtidos através da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 7.

Tabela A3 – Tempos de operação do posto de trabalho C

Operação – Proteções do lado direito MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
C1	Cola <i>labels</i>	25,29
C2	Coloca proteções na embaladeira frontal	12,78
C3	Coloca proteções na embaladeira traseira	16,74
C4	Coloca insonorizantes no interior do carro	5,94
Total (em segundos)		60,75
Operação – Proteções do lado direito do <i>Scirocco</i>		
C5	Cola <i>labels</i>	15,75
C6	Retira batente da porta esquerda	3,06
C7	Coloca proteções na embaladeira	4,50
Total (em segundos)		23,31

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho C, obtidos das equações 3.7 à 3.9.

$$Workload_{MPV} = \frac{60,75}{114} \times 100 = 53,29\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{23,31}{114} \times 100 = 20,45\%$$

Tempo operação MPV = $60,75 \times 86,30\% \approx 53$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = $23,31 \times 13,70\% \approx 3$ segundos

Tempo operação em *mix* = $53 + 3 = 56$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho C tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix\ produção} = \frac{\frac{53 + 3}{1}}{114} \times 100 \approx 49\%$$

Na tabela A4 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto C.

Tabela A4 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* de produção do posto de trabalho C

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	60,75	53,29%	86,30%	53	56	1	49%
<i>Scirocco</i>	23,31	20,45%	13,70%	3			

A figura A7 ilustra o gráfico de carga do posto de trabalho C. A carga de trabalho em *mix* de 49% corresponde aos 56 segundos de operação, existindo 58 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

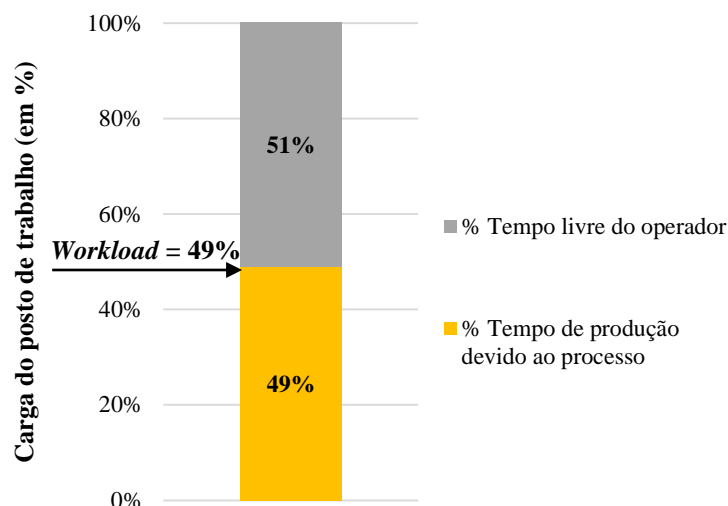


Figura A7 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho C

A figura A8 apresenta as cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*. Verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas para o MPV é de 53% o que corresponde a uma taxa de ocupação do operador de 61 segundos durante o tempo de ciclo da linha de produção. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de apenas 20% o que corresponde a 23 segundos de tempo efetivo de operação em 114 segundos disponíveis.

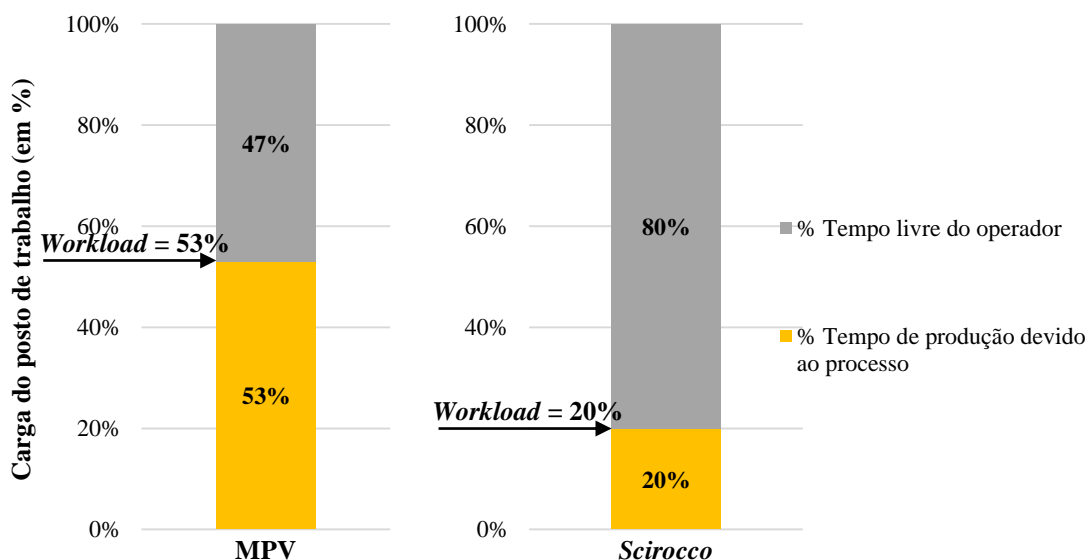


Figura A8 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho C

c) Posto de trabalho D

Na figura A9, observa-se que os postos de trabalho D e E são também simétricos, á semelhança dos postos B e C estudados anteriormente. O posto de trabalho D encontra-se no lado esquerdo da estação de trabalho 02.

As operações executadas em cada posto de trabalho são idênticas, sendo que, o posto E possui uma suboperação adicional, a suboperação E6. Nestes postos são colocadas proteções no *fender* frontal nos dois modelos, no caso do MPV são colocadas fitas protetoras na porta da frente e traseira, é também colocada uma proteção no pilar B e uma fita na zona do *adapter*. No *Scirocco*, em cada posto são colocadas proteções no *conveyor*, para proteger a porta, e é também colocada uma proteção na zona do puxador da porta.

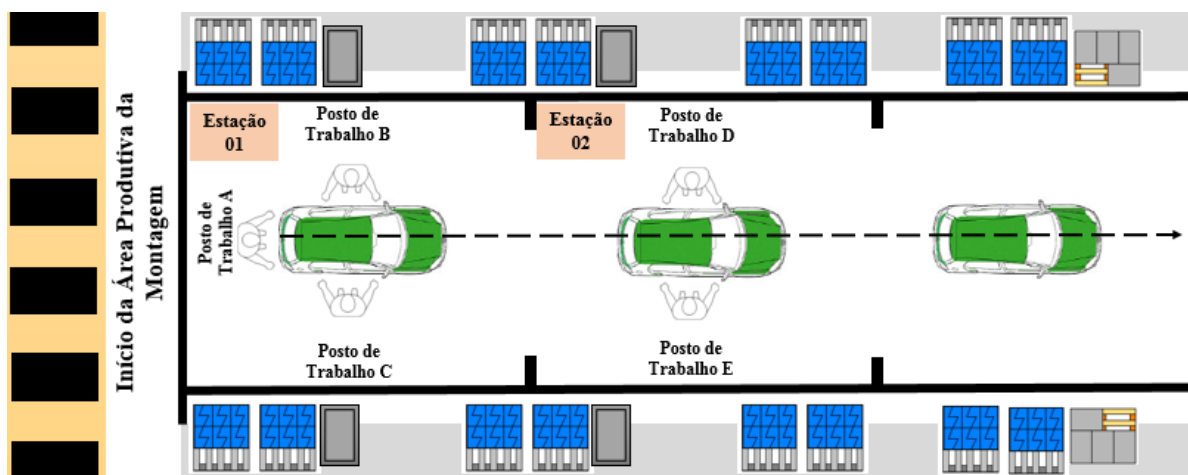


Figura A9 – Layout esquemático da estação 02

A tabela A5 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho D, obtidos através da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 8.

Tabela A5 – Tempos de operação do posto de trabalho D

Operação – Proteções Do pilar B esquerdo MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
D1	Preparação fitas para colocação nas portas	25,20
D2	Coloca fitas nas duas portas	32,76
D3	Coloca proteção no <i>fender</i> esquerdo	6,12
D4	Coloca proteção no pilar B	11,52
D5	Coloca <i>wrap guard</i> acima do <i>adapter</i>	14,94
Total (em segundos)		90,54
Operação – Proteções Do pilar B esquerdo <i>Scirocco</i>		
D6	Coloca proteção no <i>fender</i> esquerdo	11,97
D7	Coloca proteção da porta esquerda no <i>conveyor</i>	3,24
D8	Cola <i>wrap guard</i> acima do puxador da porta	1,98
Total (em segundos)		17,19

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho D, obtidos das equações 3.7 à 3.9.

$$Workload_{MPV} = \frac{90,54}{114} \times 100 = 79,42\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{17,19}{114} \times 100 = 15,08\%$$

Tempo operação MPV = $90,54 \times 86,30\% \approx 78$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = $17,19 \times 13,70\% \approx 2,5$ segundos

Tempo operação em *mix* = $78 + 2,5 = 81$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho D tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{78 + 2,5}{1}}{114} \times 100 \approx 71\%$$

Na tabela A6 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto D.

Tabela A6 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho D

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	90,54	79,42%	86,30%	78	80,5	1	71%
<i>Scirocco</i>	17,19	15,08%	13,70%	2			

A figura A10 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho D. A carga de trabalho em *mix* de 71% corresponde aos 81 segundos de operação, existindo 33 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

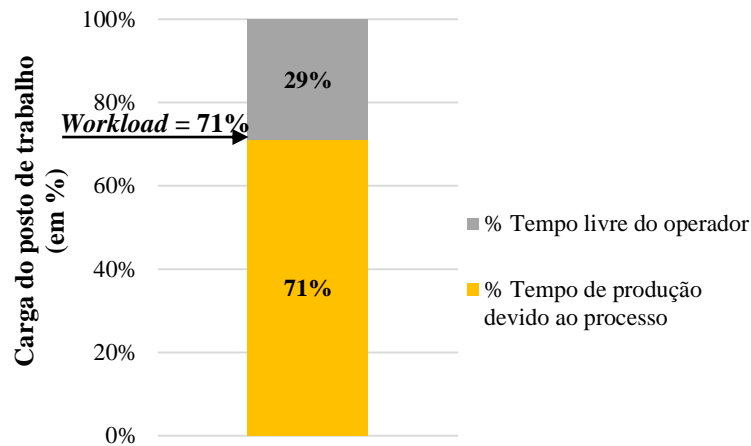


Figura A10 – Carga de trabalho em mix do posto de trabalho D

A figura A11 apresenta as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*. Analisando, verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas para o MPV é de 80% o que corresponde a 91 segundos de operação durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de apenas 15% o que corresponde a 17 segundos de tempo efetivo de operação, em 114 segundos.

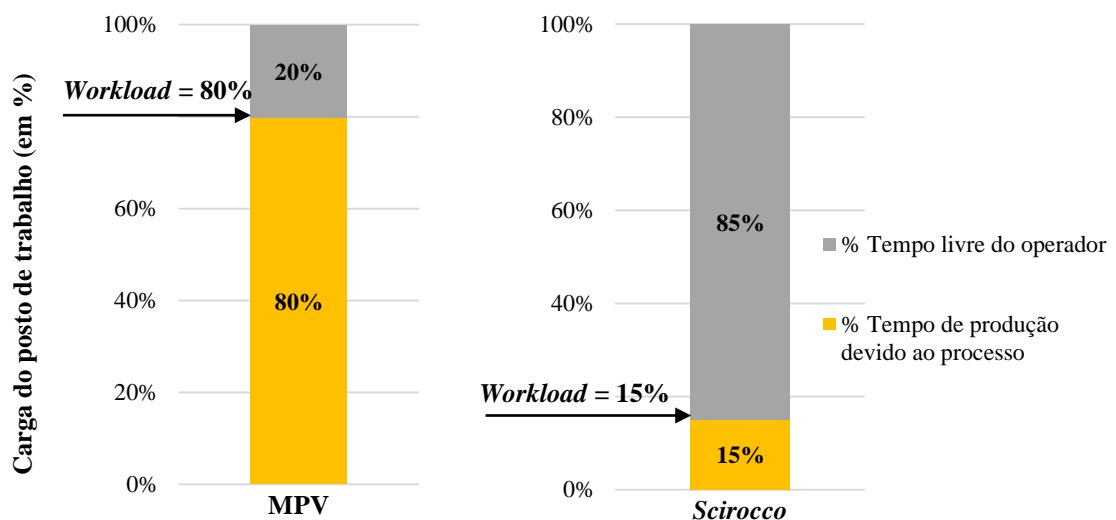


Figura A11 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho D

d) Posto de trabalho E

A tabela A7 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho E, obtidos através da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 9.

Tabela A7 – Tempos de operação do posto de trabalho E

Operação – Proteções Do pilar B direito MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
E1	Preparação fitas para colocação nas portas	25,20
E2	Coloca fitas nas duas portas	32,76
E3	Coloca proteção no <i>fender</i> esquerdo	6,12
E4	Coloca proteção no pilar B	11,52
E5	Coloca <i>wrap guard</i> acima do <i>adapter</i>	14,94
E6	<i>Picking</i> de 2 <i>brackets</i>	11,88
Total (em segundos)		102,42
Operação – Proteções Do pilar B direito Scirocco		
E7	Coloca proteção no <i>fender</i> direito	11,97
E8	Coloca proteção da porta direita no <i>conveyor</i>	3,24
E9	Cola <i>wrap guard</i> acima do puxador da porta	1,98
Total (em segundos)		17,19

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho E.

$$Workload_{MPV} = \frac{102,42}{114} \times 100 = 89,84\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{17,19}{114} \times 100 = 15,08\%$$

Tempo operação MPV = $102,42 \times 86,30\% \approx 88$ segundos

Tempo operação Scirocco = $17,19 \times 13,70\% \approx 3$ segundos

Tempo operação em *mix* = $88 + 3 = 91$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho E tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

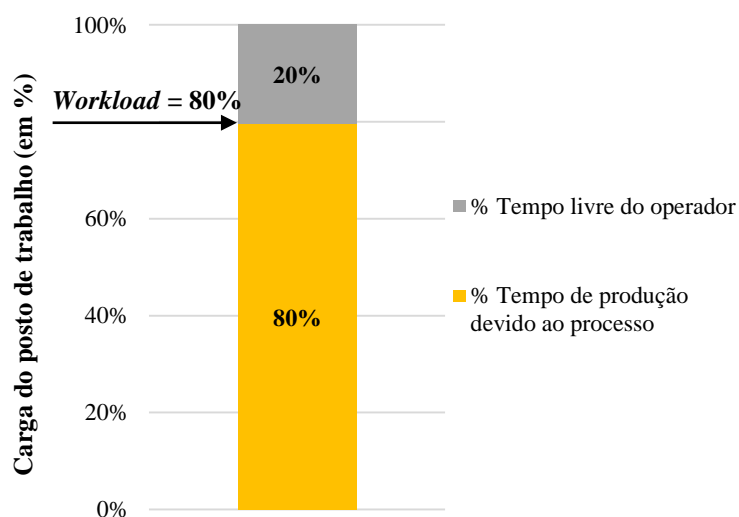
$$Workload_{mix\ produção} = \frac{\frac{88 + 3}{1}}{114} \times 100 \approx 80\%$$

Na tabela A8 podem observar-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto de trabalho E.

Tabela A8 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho E

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	102,42	89,84%	86,3%	88	91	1	80%
<i>Scirocco</i>	17,19	15,08%	13,7%	3			

O posto de trabalho E é simétrico ao posto D. A figura A12 ilustra o gráfico de carga do posto de trabalho E. A carga de trabalho em *mix* de 80% corresponde aos 91 segundos de operação, existindo 23 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

Figura A12 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho E

Na figura A13 observam-se as cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*. Verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas para o MPV é de 90% o que corresponde a de 103 segundos de operação no posto de trabalho durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de apenas 15% o que corresponde a apenas 17 segundos de tempo efetivo de operação em 114 segundos.

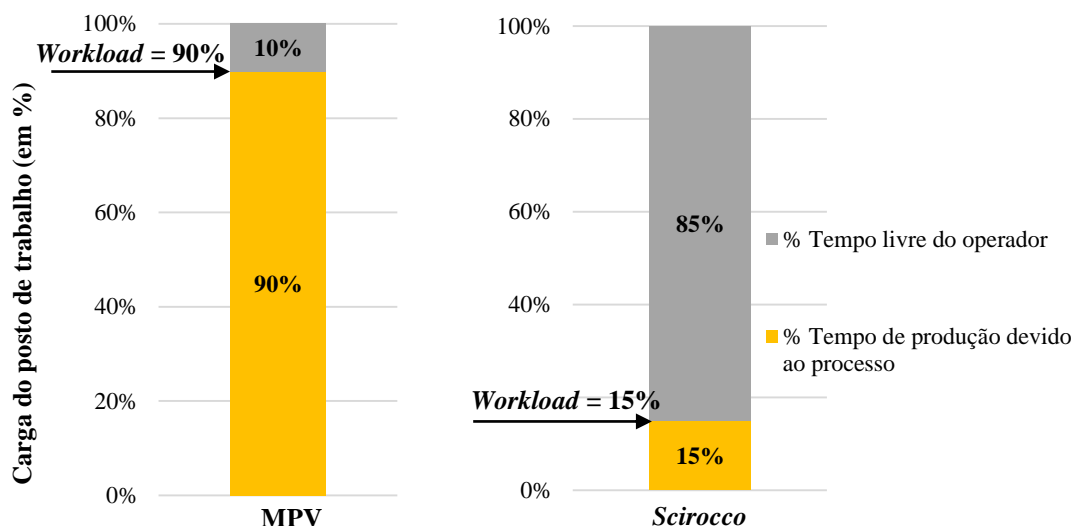


Figura A13 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho E

e) Posto de trabalho F

Na figura A14, observa-se que os postos de trabalho F e G são também simétricos, à semelhança dos postos B, C e D, E estudados anteriormente. Os processos executados em cada posto são praticamente iguais, sendo que o posto de trabalho F possui três suboperações adicionais, a suboperação F1, a F6 e a F7, logo à priori, pode concluir-se que este posto vai ter uma carga de trabalho em *mix* mais elevada do que o posto de trabalho G.

Nesta estação de trabalho são retiradas fitas de mascaramento no piso traseiro do MPV, é também retirada uma fita na zona deslizante da porta traseira e colocadas uma série de anilhas na zona do *adapter* desta mesma porta. No caso do *Scirocco*, praticamente não são feitas quaisquer operações, apenas no posto F é colocada a caixa de fusíveis, que chega à estação no interior do carro, e é colocada pelo operador no *conveyor*. Esta suboperação também é feita para o MPV. O posto F encontra-se no lado esquerdo da estação de trabalho 27.

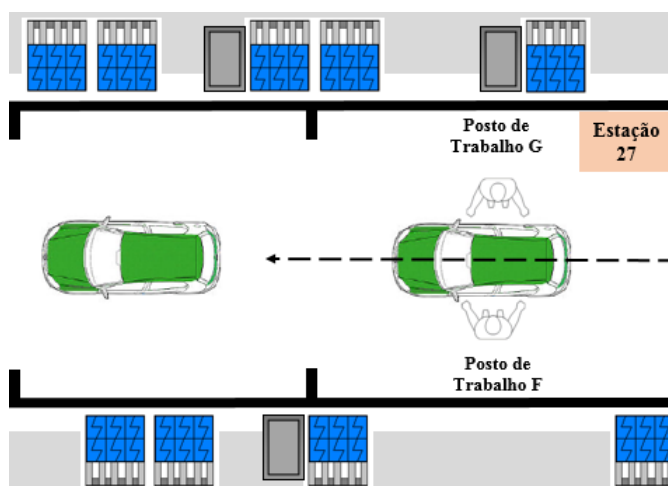


Figura A14 – Layout esquemático da estação 27

A tabela A9 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho F, obtidos através da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 10.

Tabela A9 – Tempos de operação do posto de trabalho F

Operação – Proteções da corredeira esquerda MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
F1	Coloca <i>E-box</i> no <i>conveyor</i>	8,28
F2	Retira fita de mascaramento das roscas dos bancos traseiro	5,40
F3	Retira clip do canal de cabos e fita da rosca do cinto do pilar C esquerdo	5,22
F4	Retira fita da corredeira	19,62
F5	Cola anilhas autocolantes na corredeira da porta esquerda	17,46
F6	Coloca elástico por baixo do farolim traseiro esquerdo	2,70
Total (em segundos)		58,68
Operação – Proteções da corredeira esquerda Scirocco		
F7	Coloca <i>E-Box</i> no braço do <i>conveyor</i>	5,22
Total (em segundos)		5,22

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho F.

$$Workload_{MPV} = \frac{58,68}{114} \times 100 = 51,47\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{5,22}{114} \times 100 = 4,58\%$$

Tempo operação MPV = $58,68 \times 86,30\% \approx 50$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = $5,22 \times 13,70\% \approx 1$ segundos

Tempo operação em *mix* = $50 + 1 = 51$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho F tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix\ produção} = \frac{\frac{50 + 1}{1}}{114} \times 100 \approx 45\%$$

Na tabela A10 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto de trabalho F.

Tabela A10 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho F

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	58,68	51,47%	86,30%	50	51	1	45%
<i>Scirocco</i>	5,22	4,58%	13,70%	1			

Na figura A15 têm-se o gráfico de carga do posto de trabalho F. A carga de trabalho em *mix* de 45% corresponde aos 51 segundos de operação, existindo 63 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

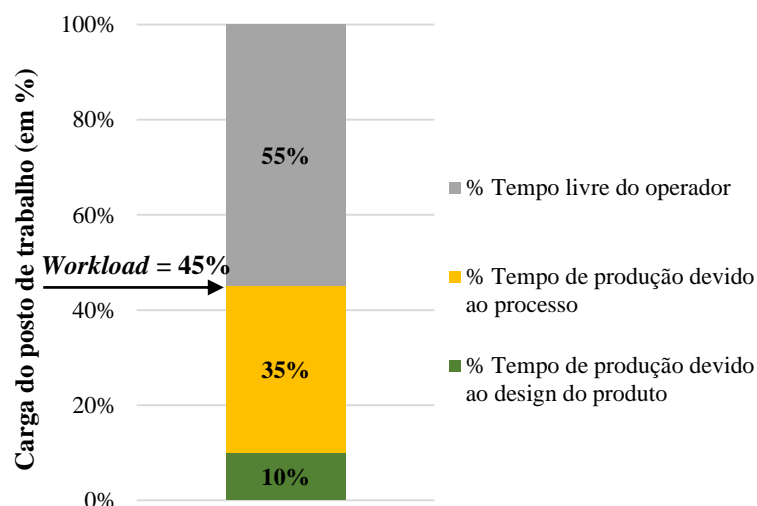


Figura A15 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho F

Na figura A16 encontram-se as cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*. A carga do posto de trabalho, apenas para o MPV é de 52% o que corresponde a 59 segundos de operação durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de apenas 5% o que corresponde a apenas 5 segundos de tempo efetivo de operação em 114 segundos.

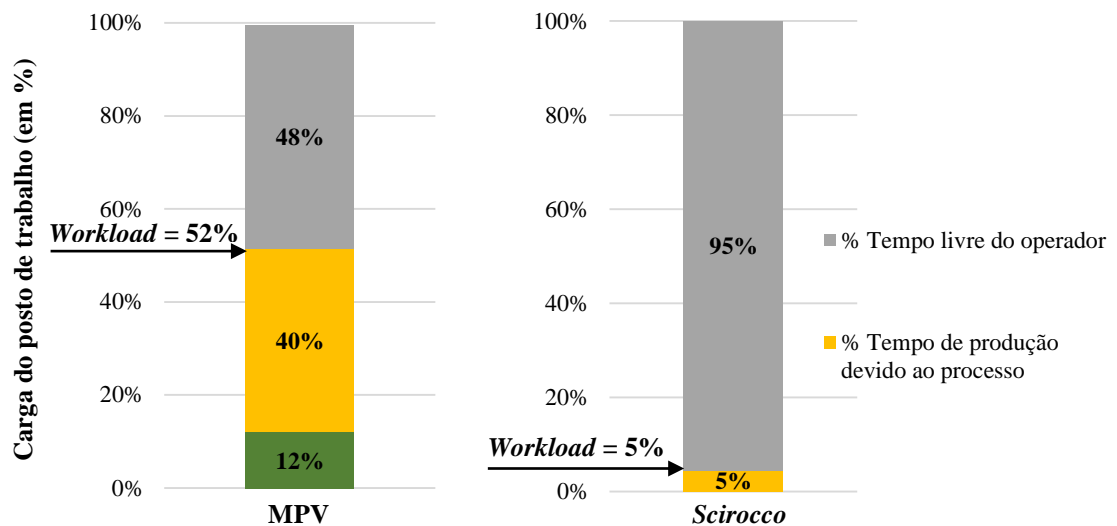


Figura A16 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho F

f) Posto de trabalho G

Este posto de trabalho é simétrico do posto F, encontrando-se no lado direito da estação de trabalho 27. A tabela A11 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho G, obtidos através da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 11.

Tabela A11 – Tempos de operação do posto de trabalho G

Operação – Proteções da corredeira direita MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
G1	Retira fita de mascaramento das roscas dos bancos traseiro	5,40
G2	Retira clip do canal de cabos e fita da rosca do cinto do pilar C esquerdo	5,22
G3	Retira fita da corredeira	19,62
G4	Cola anilhas autocolantes na corredeira da porta direita	17,46
Total (em segundos)		47,70

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho G.

$$Workload_{MPV} = \frac{47,70}{114} \times 100 = 41,84\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{0}{114} \times 100 = 0\%$$

Tempo operação MPV = $47,70 \times 86,30\% \approx 41$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = 0 segundos

Tempo operação em *mix* = 41 segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho G tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{41}{1}}{114} \times 100 \approx 36\%$$

Na tabela A12 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto de trabalho G.

Tabela A12 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho G

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	47,70	41,84%	86,30%	41	41	1	36%
<i>Scirocco</i>	0	0%	13,70%	0			

Na figura A17 observa-se que a carga de trabalho em *mix* de 36% corresponde aos 41 segundos de operação, existindo 73 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

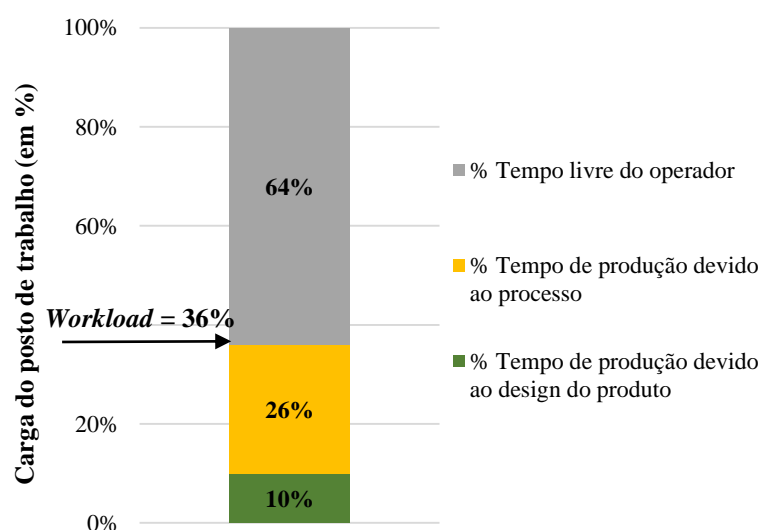


Figura A17 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho G

Na figura A18 observa-se a carga de trabalho para o MPV. Verifica-se que a carga do posto de trabalho, apenas para o MPV, é de 42% o que corresponde a 48 segundos de operação o tempo de ciclo da linha de produção.

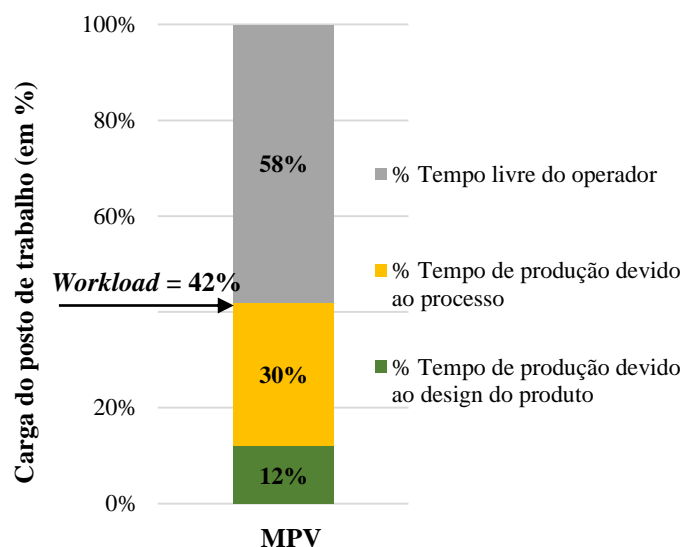


Figura A18 – Carga de trabalho do MPV do posto de trabalho G

g) Posto de trabalho H

No posto de trabalho H, o operador efetua as operações em sentido contrário ao fluxo da linha de produção, iniciando no lado direito da estação e terminando no lado esquerdo. Neste posto de trabalho são retiradas parte das proteções colocadas nos dois modelos, nos postos de trabalho B, C, D e E.

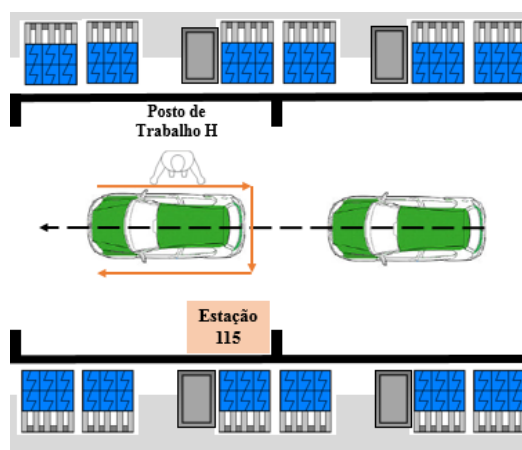


Figura A19 – Layout esquemático da estação 115

A tabela A13 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho H, obtidos através da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 12.

Tabela A13 – Tempos de operação do posto de trabalho H

Operação – Retirar proteções MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
H1	Retira proteção <i>fender</i> esquerdo	6,30
H2	Retira proteções do lado esquerdo: embaladeira traseira, pilar B e pilar C	16,56
H3	Retira proteção do <i>fender</i> direito	11,70
H4	Retira proteções do lado direito: embaladeira traseira, pilar B e pilar C	16,56
H5	Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro direito	3,24
H6	Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro esquerdo	3,24
Total (em segundos)		57,60
Operação – Retirar proteções Scirocco		
H7	Retira proteção <i>fender</i> esquerdo	5,58
H8	Retira proteção do <i>fender</i> direito	10,98
H9	Retira película do vidro lateral traseiro direito	2,52
H10	Retira película do vidro lateral traseiro esquerdo	2,52
Total (em segundos)		21,60

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho H.

$$Workload_{MPV} = \frac{57,60}{114} \times 100 = 50,53\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{21,60}{114} \times 100 = 18,95\%$$

Tempo operação MPV = $57,60 \times 86,30\% \approx 50$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = $21,60 \times 13,70\% \approx 3$ segundos

Tempo operação em *mix* = $50 + 3 = 53$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho H tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

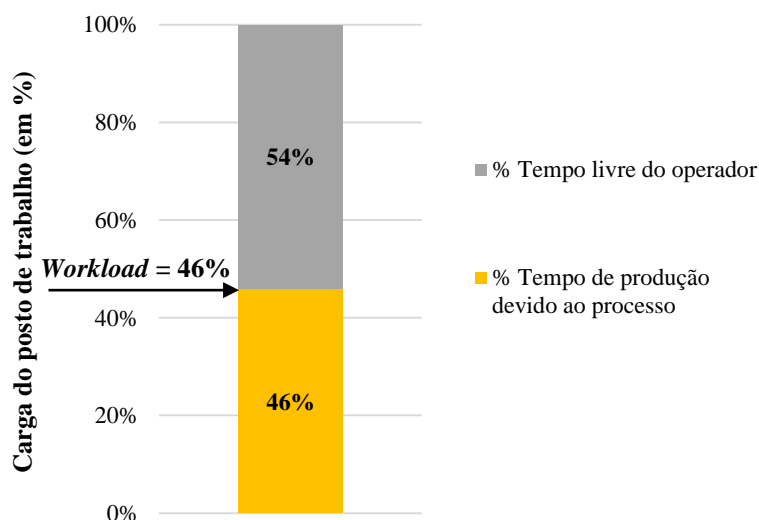
$$Workload_{mix\ produção} = \frac{\frac{50 + 3}{1}}{114} \times 100 \approx 46\%$$

Na tabela A14 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto de trabalho H.

Tabela A14 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho H

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	57,60	50,53%	86,30%	50	53	1	46%
<i>Scirocco</i>	21,60	18,95%	13,70%	3			

A figura A20 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho H, sendo carga de trabalho em *mix* de 46% corresponde aos 53 segundos de operação, existindo 61 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa. Na figura A21 observam-se as cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*. Analisando, verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas para o MPV é de 51% o que corresponde a 58 segundos de operação durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de apenas 19%.


Figura A20 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho H

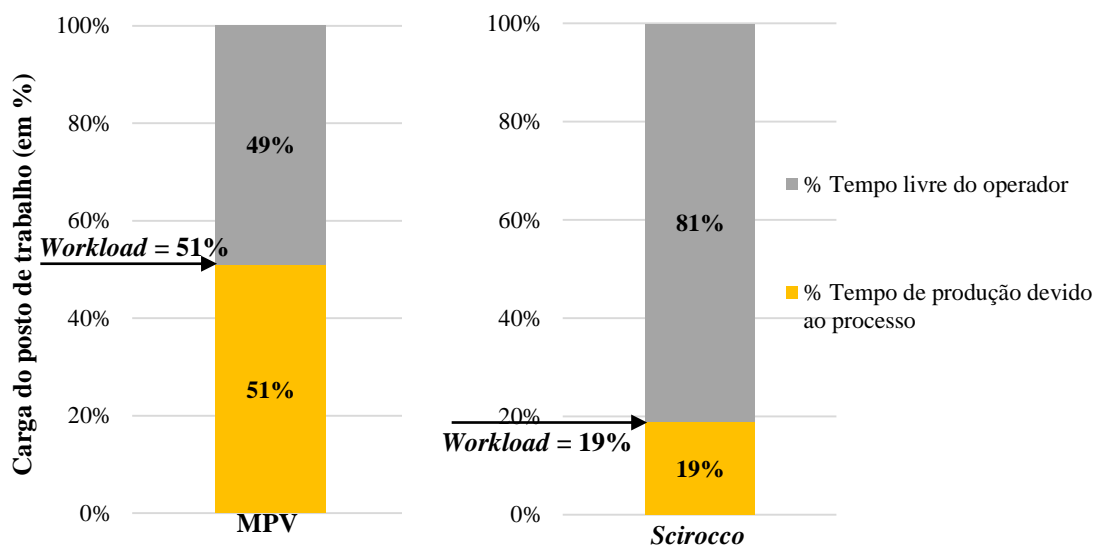


Figura A21 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho H

h) Posto de trabalho I

No posto de trabalho I (figura A22) são retiradas as últimas proteções, que são colocadas no MPV e no *Scirocco* nos postos de trabalho B, C, D e E. Para o MPV são também retiradas fitas protetoras da zona dos vidros das portas, estas fitas são colocadas em estações de trabalho anteriores da linha de produção.

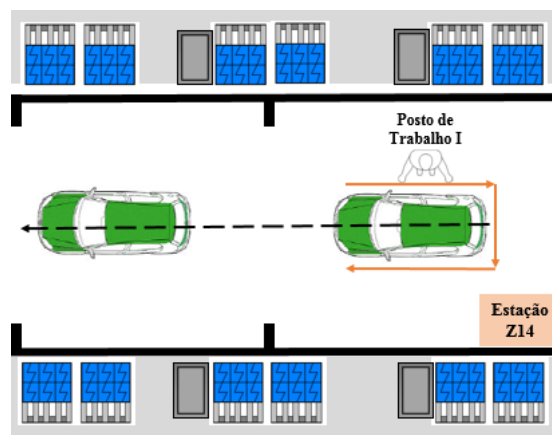


Figura A22 – Layout esquemático do posto de trabalho I

A tabela A15 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho I, obtidos através da análise MTM-UAS, que se encontra no anexo 13.

Tabela A15 – Tempos de operação do posto de trabalho I

Operação – Retirar proteções no CP7 MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
I1	Retira <i>wrap guard</i> do fender direito	3,24
I2	Retira proteções embaladeira frontal direita	13,32
I3	Retira proteções dos bancos traseiros	10,08
I4	Retira fita do vidro lateral traseiro direito	3,42
I5	Retira fita debaixo do farolim direito	2,52
I6	Retira fita debaixo do farolim esquerdo	2,52
I7	Retira fita do vidro lateral traseiro esquerdo	3,42
I8	Retira proteções embaladeira frontal esquerda	13,32
I9	Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> direito	3,24
Total (em segundos)		55,08
Operação – Retirar proteções no CP7 Scirocco		
I10	Retira proteções embaladeira frontal direita	3,60
I11	Retira <i>wrap guard</i> que está acima do puxador da porta direita	2,88
I12	Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro direito	3,24
I13	Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro esquerdo	3,24
I14	Retira <i>wrap guard</i> que está acima do puxador da porta direita	2,88
I15	Retira proteções embaladeira frontal direita	3,60
Total (em segundos)		19,44

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho I.

$$Workload_{MPV} = \frac{55,08}{114} \times 100 = 48,31\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{19,44}{114} \times 100 = 17,05\%$$

Tempo operação MPV = $55,08 \times 86,30\% \approx 47$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = $19,44 \times 13,70\% \approx 3$ segundos

Tempo operação em *mix* = $47 + 3 = 50$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho I tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix\ produção} = \frac{\frac{47 + 3}{1}}{114} \times 100 \approx 44\%$$

Na tabela A16 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto de trabalho I

Tabela A16 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho I

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	55,08	48,31%	86,30%	47	50	1	44%
<i>Scirocco</i>	19,44	17,05%	13,70%	3			

No gráfico de carga do posto de trabalho I (figura A23), a carga de trabalho em *mix* de 44% corresponde aos 50 segundos de operação, existindo 64 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

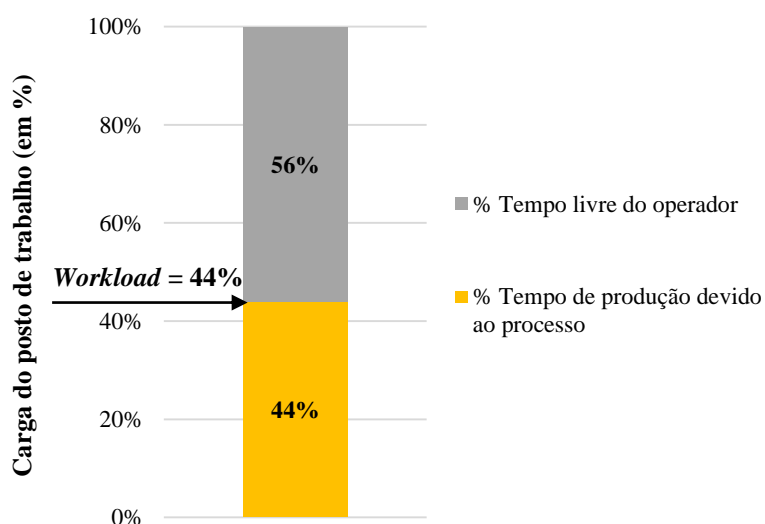


Figura A23 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho I

Na figura A24 estão representadas as cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*. Verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 48% o que corresponde a 55 segundos de operação

neste posto de trabalho. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de apenas 17% o que corresponde a apenas 19 segundos de tempo efetivo de operação em 114 segundos de tempo de ciclo da linha de produção.

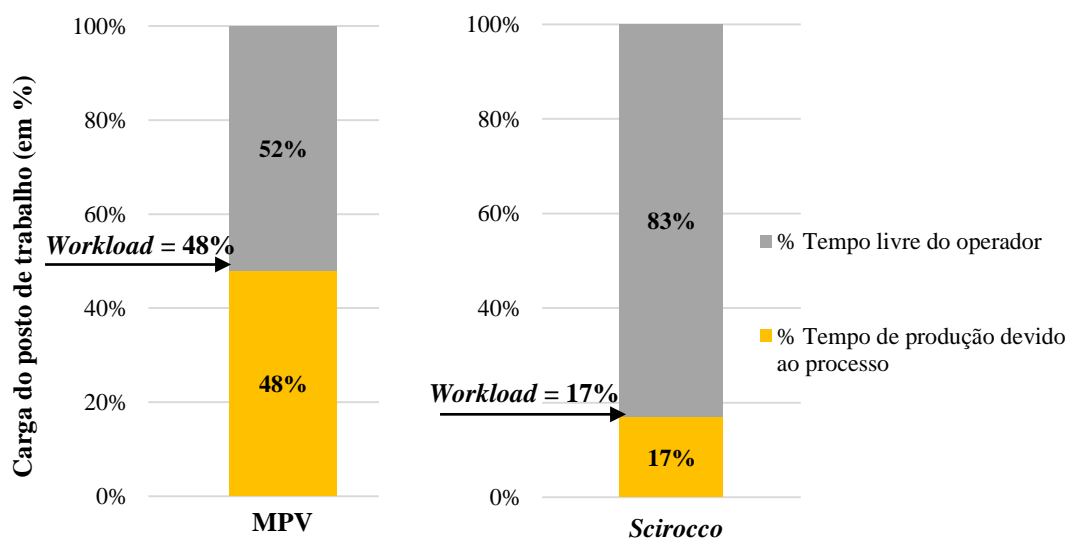


Figura A24 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho I

i) Posto de trabalho J

O posto de trabalho J está identificado na figura A2 do anexo 1. Na rota 1, o operador faz o transporte de *racks* vazias, que se encontram nas estações 01 e 02 até à estação 115. O operador coloca essas *racks* nessa estação que servirão para colocar as proteções retiradas no posto de trabalho H, o mesmo operador faz o retorno das *racks* que contêm as proteções e que se encontram no posto H. Este retorno é feito para as estações 01 e 02 (postos de trabalho B, C, D e E). Estas *racks* vão ser colocadas no início da linha de produção, abastecendo estas estações (este processo é feito para lado esquerdo e direito das estações). Na rota 2 o operador faz uma “rota geral” a várias zonas da linha para recolher proteções que ficaram nas zonas de reparações ou perdidas em alguns locais.

A tabela A17 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho J, obtidos através da análise MTM-UAS que se encontra no anexo 14.

Tabela A17 – Tempos de operação do posto de trabalho J

Operação – Transporte de racks com proteções e retrabalhos para MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
J1	Transporte de racks da zona A para a zona F (lado direito das estações de trabalho)	6,92
J2	Transporte de racks da zona F para a zona A (lado direito das estações de trabalho)	6,62
J3	Transporte de racks da zona A para a zona F (lado esquerdo das estações de trabalho)	5,72
J4	Transporte de racks da zona F para a zona A (lado esquerdo das estações de trabalho)	5,42
J5	Rota de recolha de proteções	15,65
J6	Desembala símbolos das rodas dos dois modelos e transportar até á zona E	6,04
J7	Recorta anilhas da corrediça (suboperação apenas para MPV)	4,50
Total (em segundos)		50,87
Operação – Transporte de racks com proteções e retrabalhos para Scirocco		
Tempo operação total MPV – tempo suboperação J7		46,37
Total (em segundos)		46,37

Apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho J.

$$Workload_{MPV} = \frac{50,87}{114} \times 100 = 44,62\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{46,37}{114} \times 100 = 40,68\%$$

Tempo operação MPV = $50,87 \times 86,30\% \approx 44$ segundos

Tempo operação Scirocco = $46,37 \times 13,70\% \approx 6$ segundos

Tempo operação em mix = $44 + 6 = 50$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho J tendo em consideração o mix de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix\ produção} = \frac{\frac{44 + 6}{1}}{114} \times 100 \approx 44\%$$

Na tabela A18 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto de trabalho J.

Tabela A18 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho J

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	50,87	44,62%	86,30%	44	50	1	44%
<i>Scirocco</i>	46,37	40,68%	13,70%	6			

A figura A25 ilustra o gráfico de carga do posto de trabalho J, a carga de trabalho em *mix* de 44% corresponde aos 50 segundos de operação, existindo 64 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa. Na figura A26 observam-se as cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*. Verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas para o MPV é de 45% o que corresponde a 51 segundos de operação durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é 41% o que corresponde a 47 segundos de tempo efetivo de operação em 114 segundos.

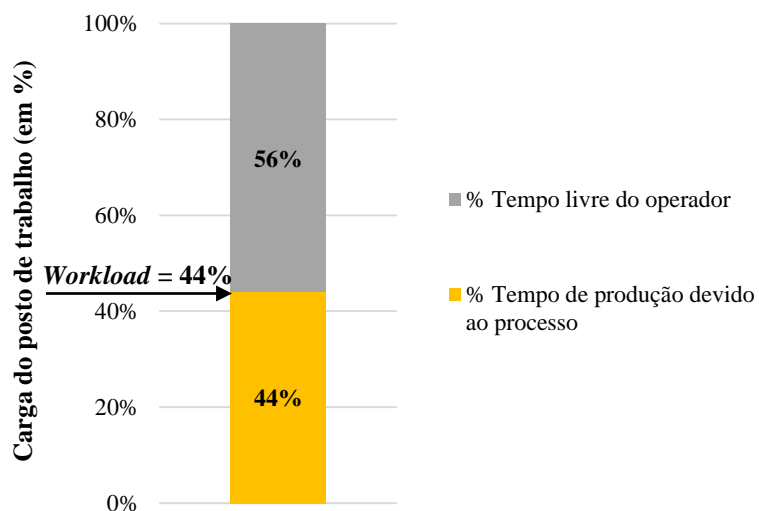


Figura A25 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho J

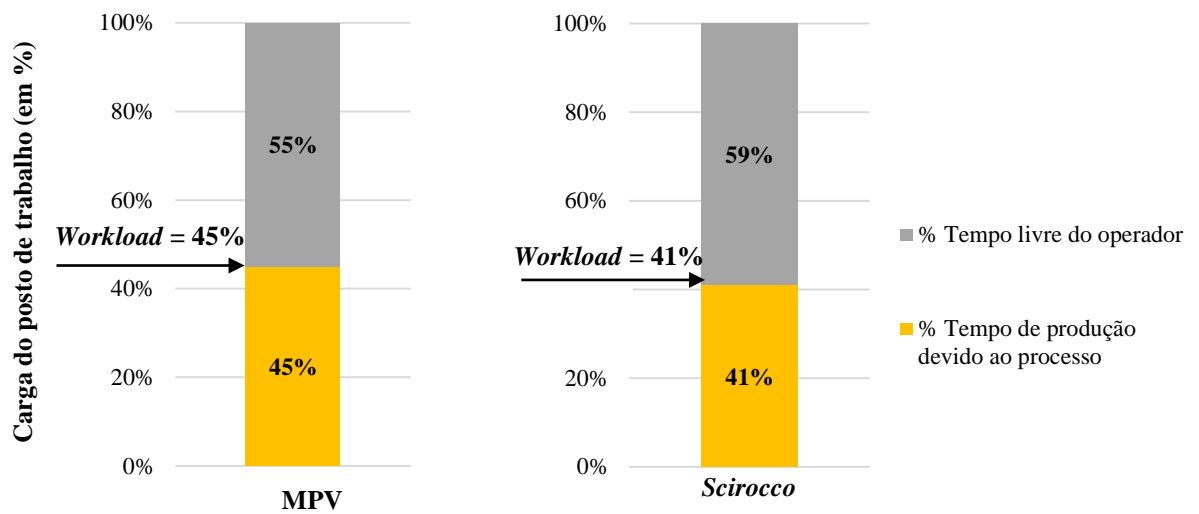


Figura A26 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho J

j) Posto de trabalho K

O último posto de trabalho estudado, na Área de Montagem é o K, identificado na figura A3 do anexo1. Neste posto encontra-se um operador que se desloca entre várias estações de trabalho, fazendo algum trabalho de suporte à produção, transportando cabos e ferramentas entre várias estações (percurso a azul da figura A3). Este é um posto de trabalho que “abastece” e presta suporte a várias estações de trabalho com ferramentas.

A tabela A19 apresenta os tempos para cada modelo no posto de trabalho K, obtidos através da análise MTM-UAS, que se encontra no anexo 15.

Tabela A19 – Tempos de operação do posto de trabalho K

Operação – Retrabalhos MPV		
Suboperação	Designação	Tempo (em segundos)
K1	Cola fitas de velcro do painel do portão	8,60
K2	Retorno <i>trolley</i> com cabos de bateria	5,99
K3	Abastece proteções porta traseira	17,96
K4	Abastece galgas da corredeira	2,39
K5	Retorno gangas da corredeira	3,75
K6	Retorno de galgas <i>headlining</i> / batentes óculo traseiro / <i>handtool</i> fixação <i>headlining</i>	23,27
Total (em segundos)		61,96
Operação – Retrabalhos Scirocco		
K7	Corta <i>rib</i> no <i>cowl top</i>	2,34
K8	Retorno de galgas do vidro/cinto	9,00
K9	Retorno de galgas <i>headlining</i> / batentes óculo traseiro / <i>handtool</i> fixação <i>headlining</i>	23,27
Total (em segundos)		34,61

De seguida apresentam-se os cálculos para o posto de trabalho K.

$$Workload_{MPV} = \frac{61,96}{114} \times 100 = 54,35\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{34,61}{114} \times 100 = 30,36\%$$

Tempo operação MPV = $61,96 \times 86,30\% \approx 53$ segundos

Tempo operação *Scirocco* = $34,61 \times 13,70\% \approx 5$ segundos

Tempo operação em *mix* = $53 + 5 = 58$ segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho K tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

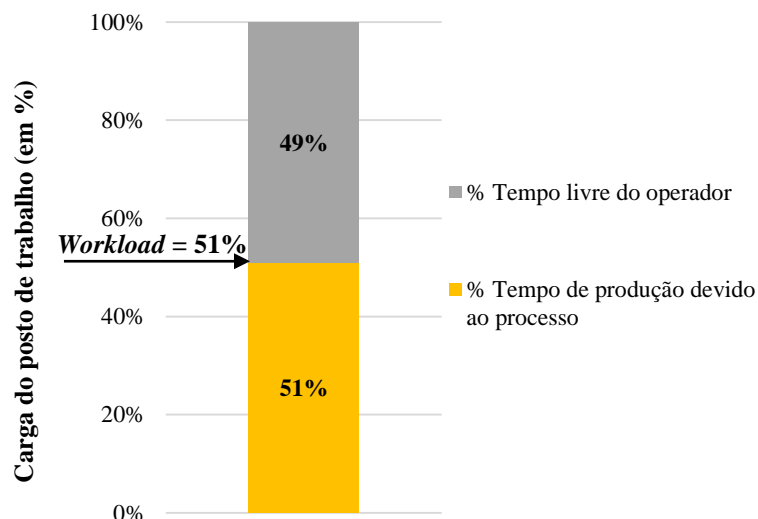
$$Workload_{mix\ produção} = \frac{\frac{53 + 5}{1}}{114} \times 100 \approx 51\%$$

Na tabela A20 observam-se os cálculos efetuados para determinar a carga de trabalho efetiva em *mix* de produção, do posto de trabalho K.

Tabela A20 – Cálculo da *workload* efetiva em *mix* do posto de trabalho K

	Tempo de operação (em seg.)	<i>Workload</i>	Volume de produção	Tempo de operação (em seg.)	Tempo total em <i>Mix</i> (em seg.)	Operadores no posto de trabalho	<i>Workload</i> efetiva
MPV	61,96	54,35%	86,3%	53	58	1	51%
<i>Scirocco</i>	34,61	30,36%	13,7%	5			

A figura A27 apresenta o respetivo gráfico de carga do posto de trabalho K, a carga de trabalho em *mix* de 51% corresponde aos 58 segundos de operação, existindo 56 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.


Figura A27 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho K

Na figura A28 observam-se as cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*. Verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas para o MPV é de 54% o que corresponde a 62 segundos de operação durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 30% o que corresponde a 34 segundos de tempo efetivo de operação.

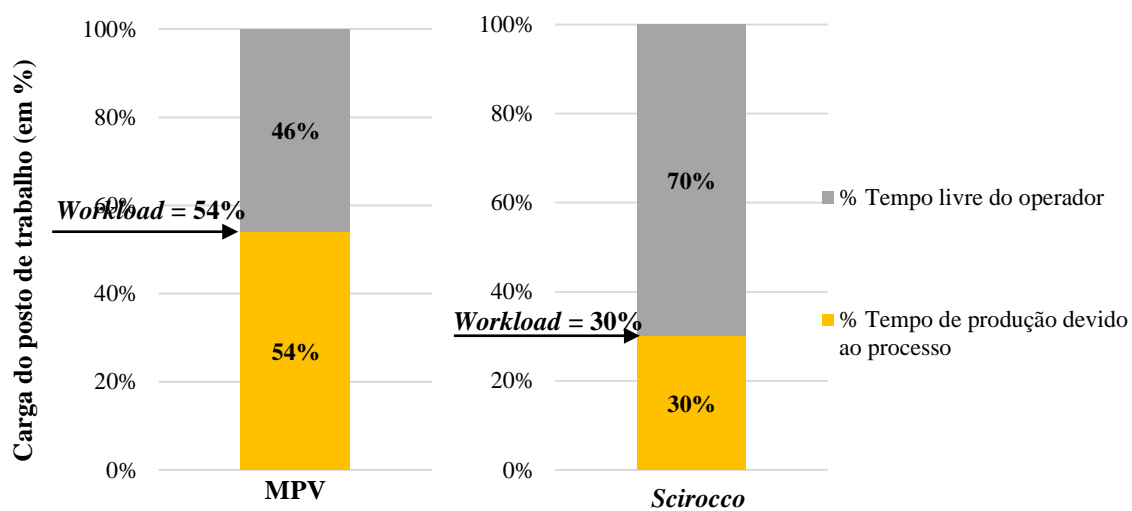


Figura A28 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho K

Anexo 3. Folhas de trabalho *standard* dos postos de trabalho da Área de Montagem

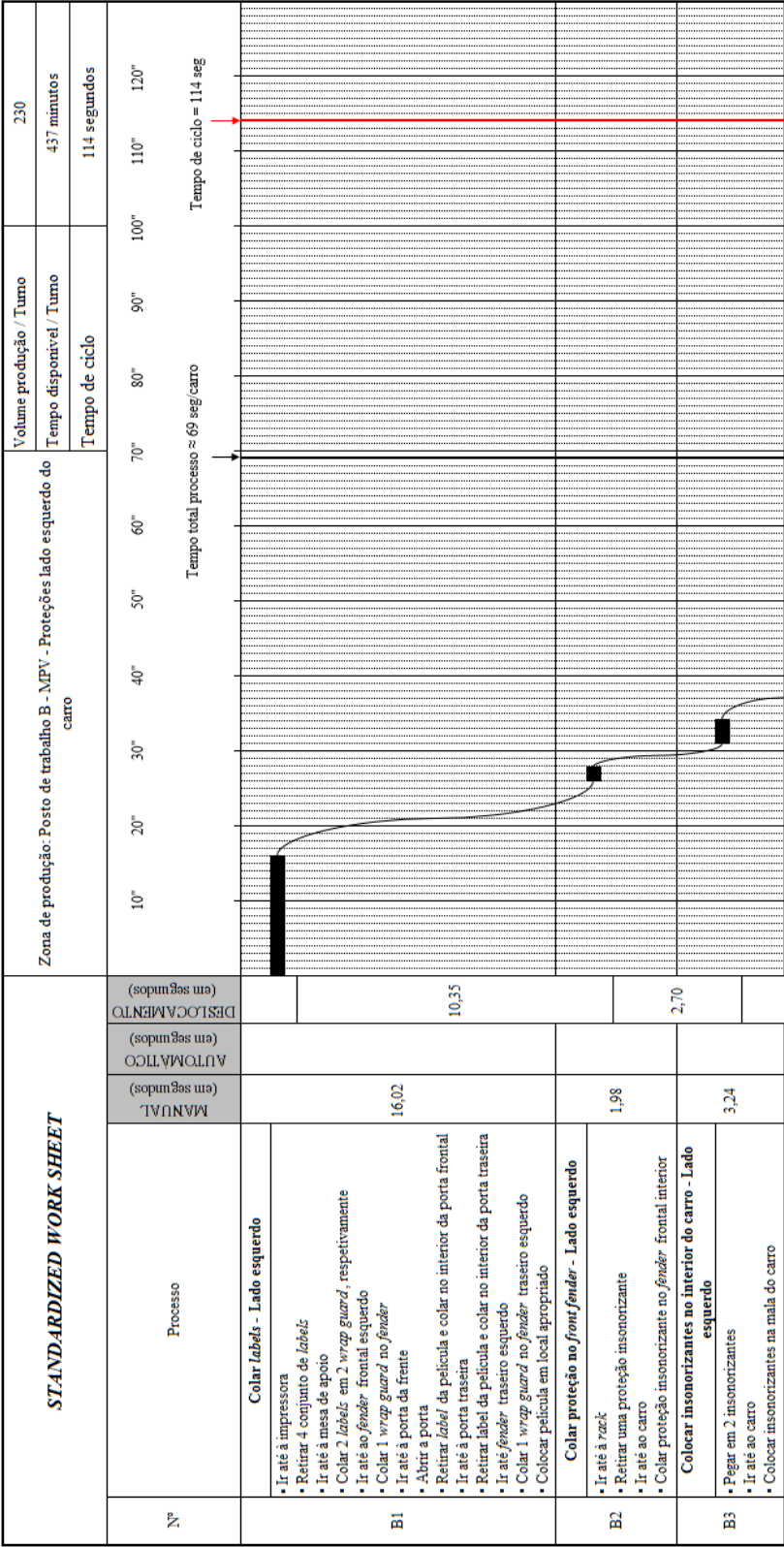


Figura A29a – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho B

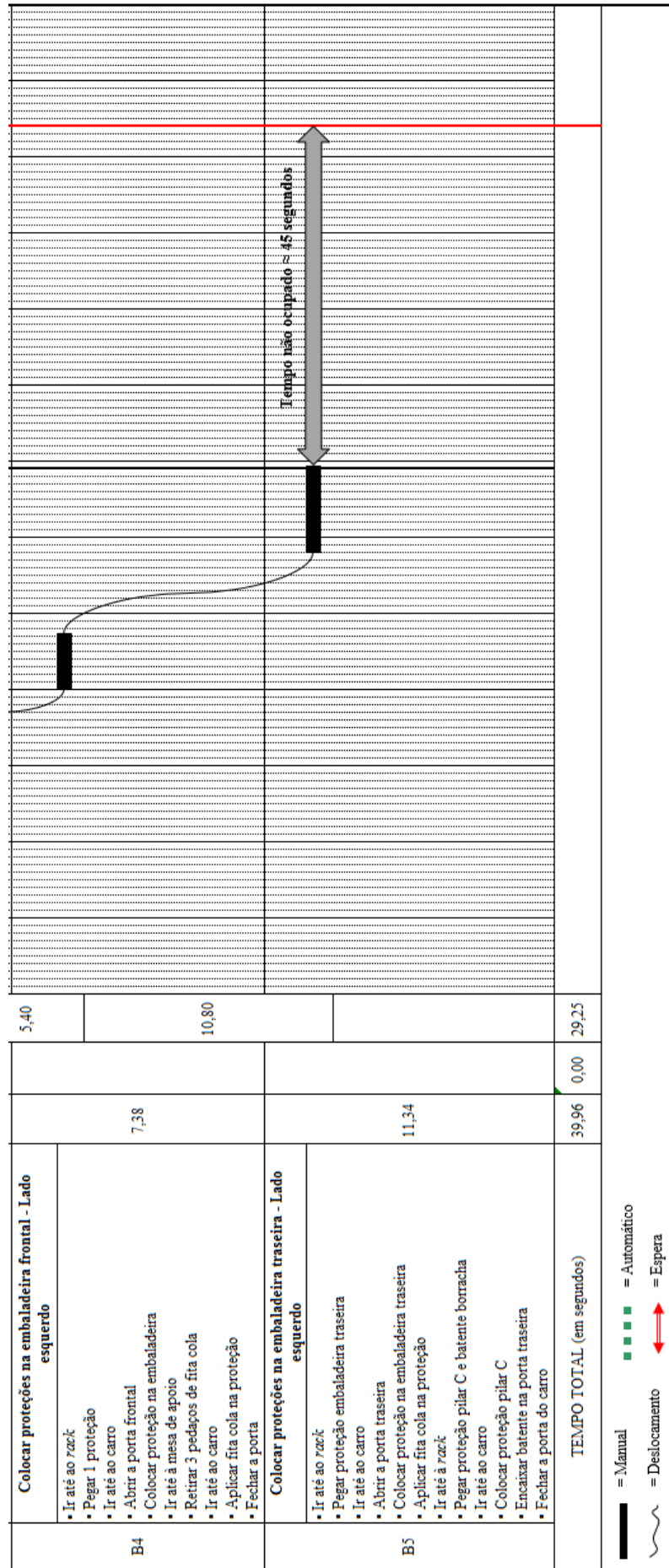


Figura A29b – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho B

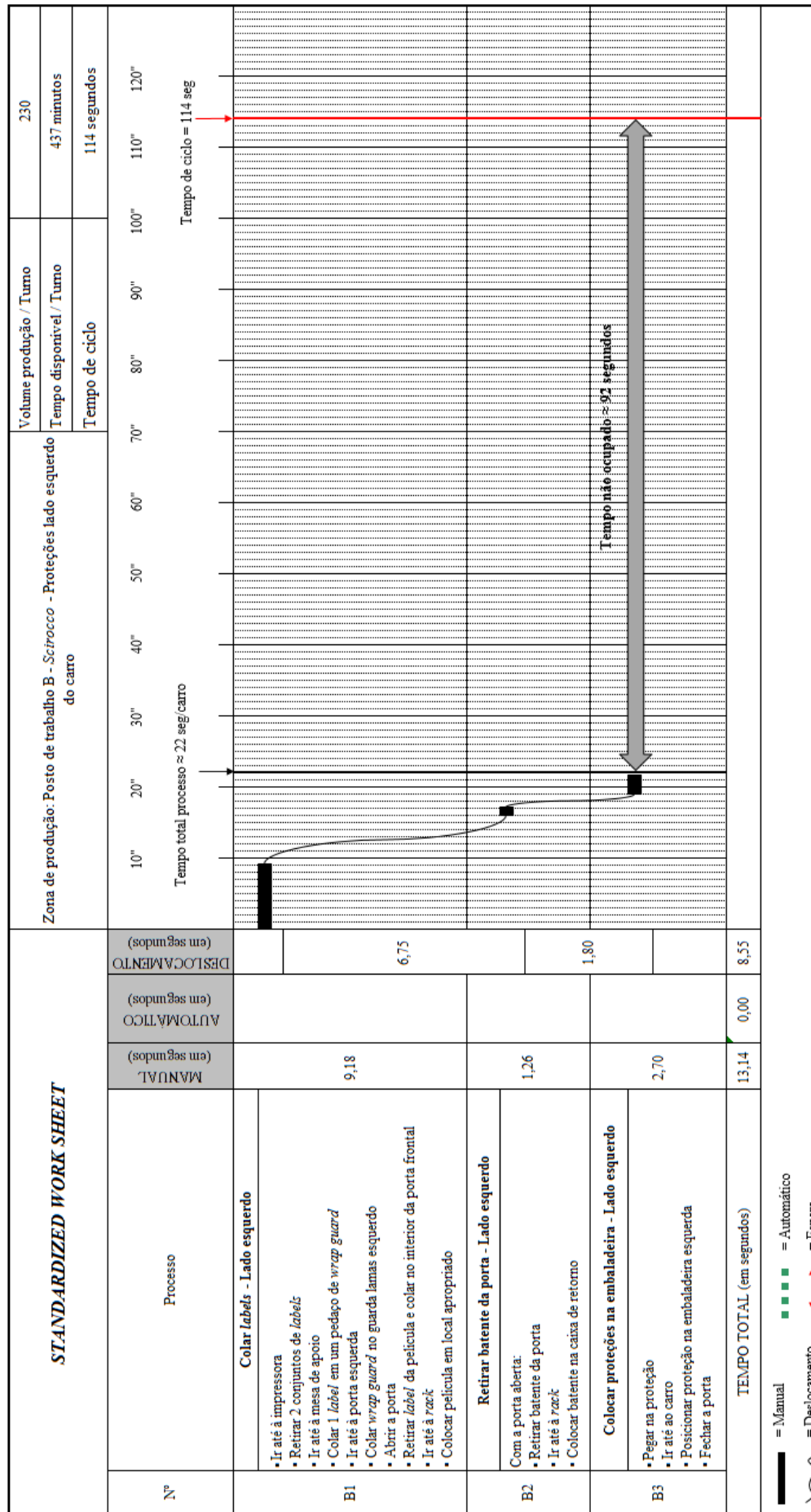


Figura A30 – Folha de trabalho *standard* para o *Scirocco* no posto de trabalho B

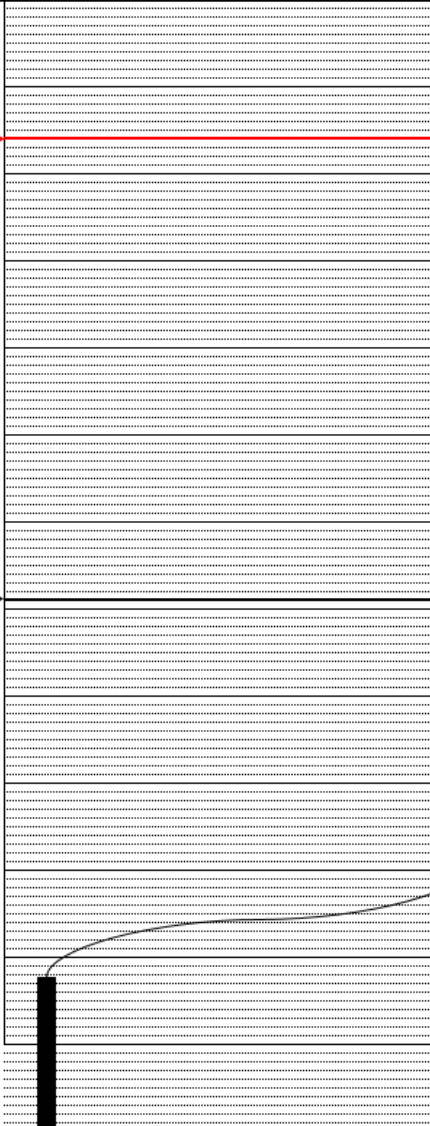
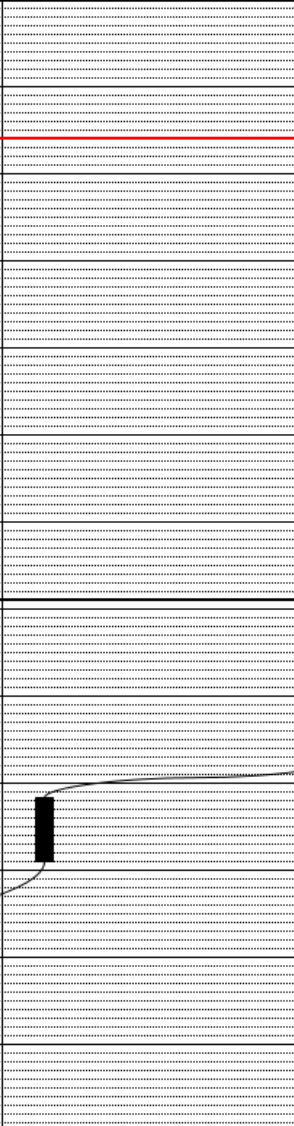
STANDARDIZED WORK SHEET																	Zona de produção: Posto de trabalho C - MPV - Proteções lado direito do carro										Volume produção / Turno		230	
																											Tempo disponível / Turno		437 minutos	
																											Tempo de ciclo		114 segundos	
Nº	Processo	MANUAL (em segundos)	AUTOMÁTICO (em segundos)	DESLOCAMENTO (em segundos)	10"	20"	30"	40"	50"	60"	70"	80"	90"	100"	110"	120"	Tempo de ciclo = 114 seg													
C1	Colar labels - Lado direito																Tempo total processo ≈ 61 seg/carro													
	<ul style="list-style-type: none">• Ir até à impressora• Retirar 5 conjunto de labels• Ir até à mesa de apoio• Colar 2 labels em 2 wrap guard, respetivamente• Ir até ao fender frontal direito• Colar 1 wrap guard no fender• Ir até à porta da frente• Retirar label da película e colar na zona do retrovisor• Abrir a porta• Retirar label da película e colar no interior da porta frontal• Ir até à porta traseira• Retirar label da película e colar no interior da porta traseira• Ir até fender traseiro direito• Colar 1 wrap guard no fender traseiro direito• Colocar película em local apropriado	17,64		13,05																										
C2	Colocar proteções na embalagem frontal - Lado direito																Tempo de ciclo = 114 seg													
	<ul style="list-style-type: none">• Ir até ao rack• Pegar 1 proteção• Ir até ao carro• Abrir a porta frontal• Colocar proteção na embalagem• Ir até à mesa de apoio• Retirar 3 pedaços de fita cola• Ir até ao carro• Aplicar fita cola na proteção• Fechar a porta	7,38		5,40																										

Figura A31a – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho C



Figura A32 – Folha de trabalho *standard* para o *Scirocco* no posto de trabalho C

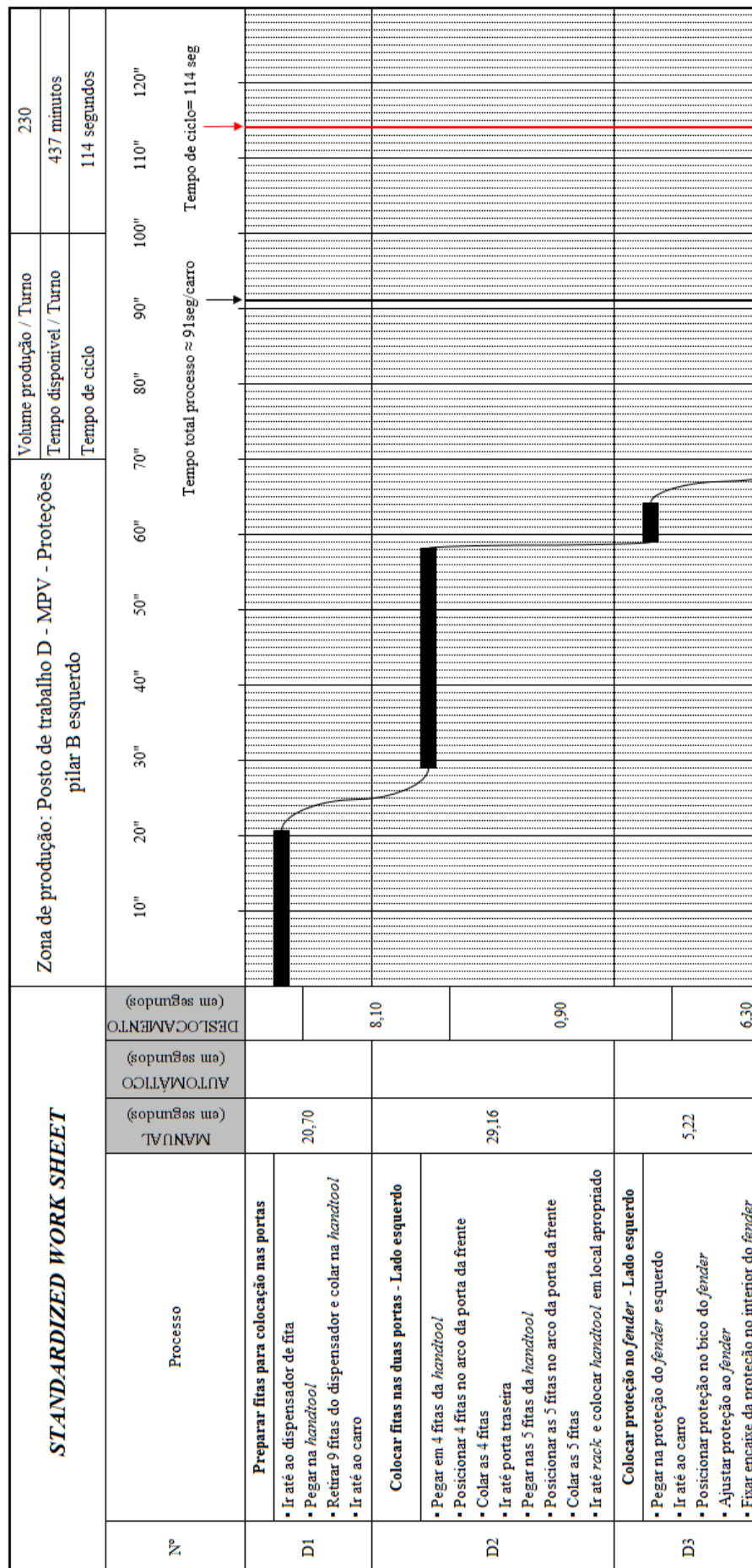


Figura A33a – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho D

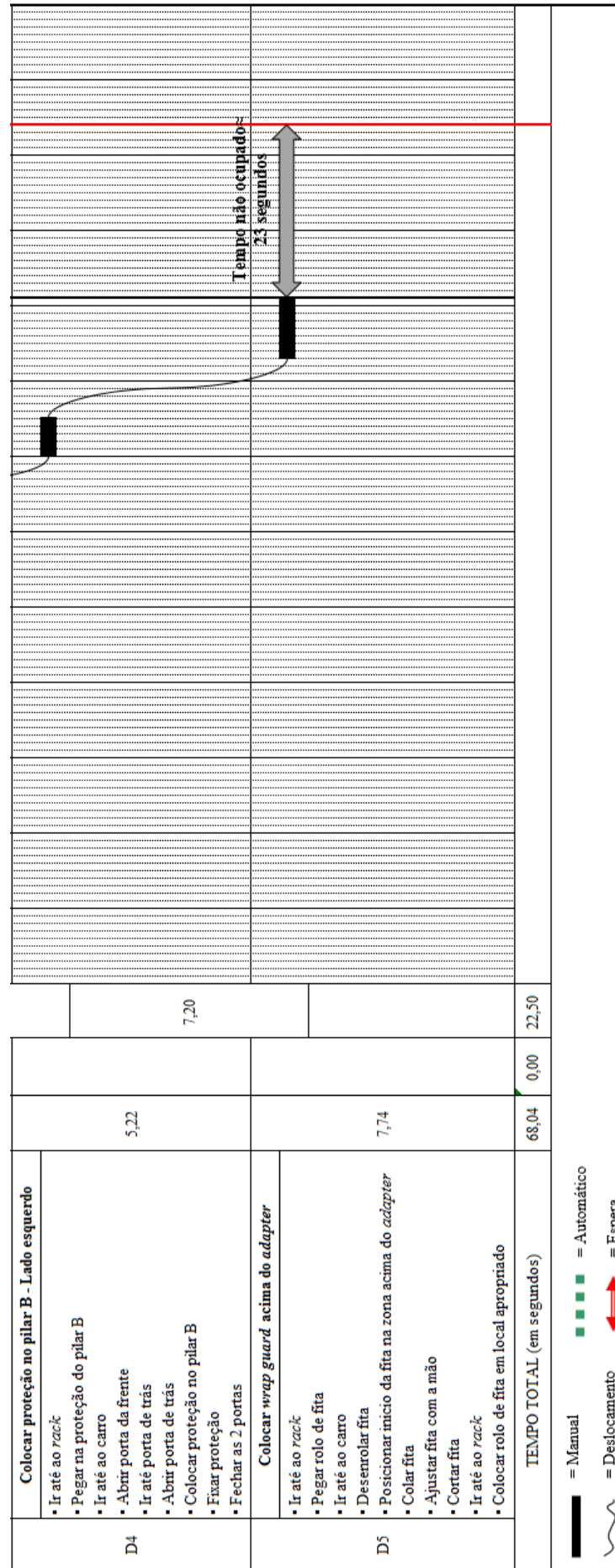


Figura A33b – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho D

Figura A34 – Folha de trabalho *standard* para o *Scirocco* no posto de trabalho D

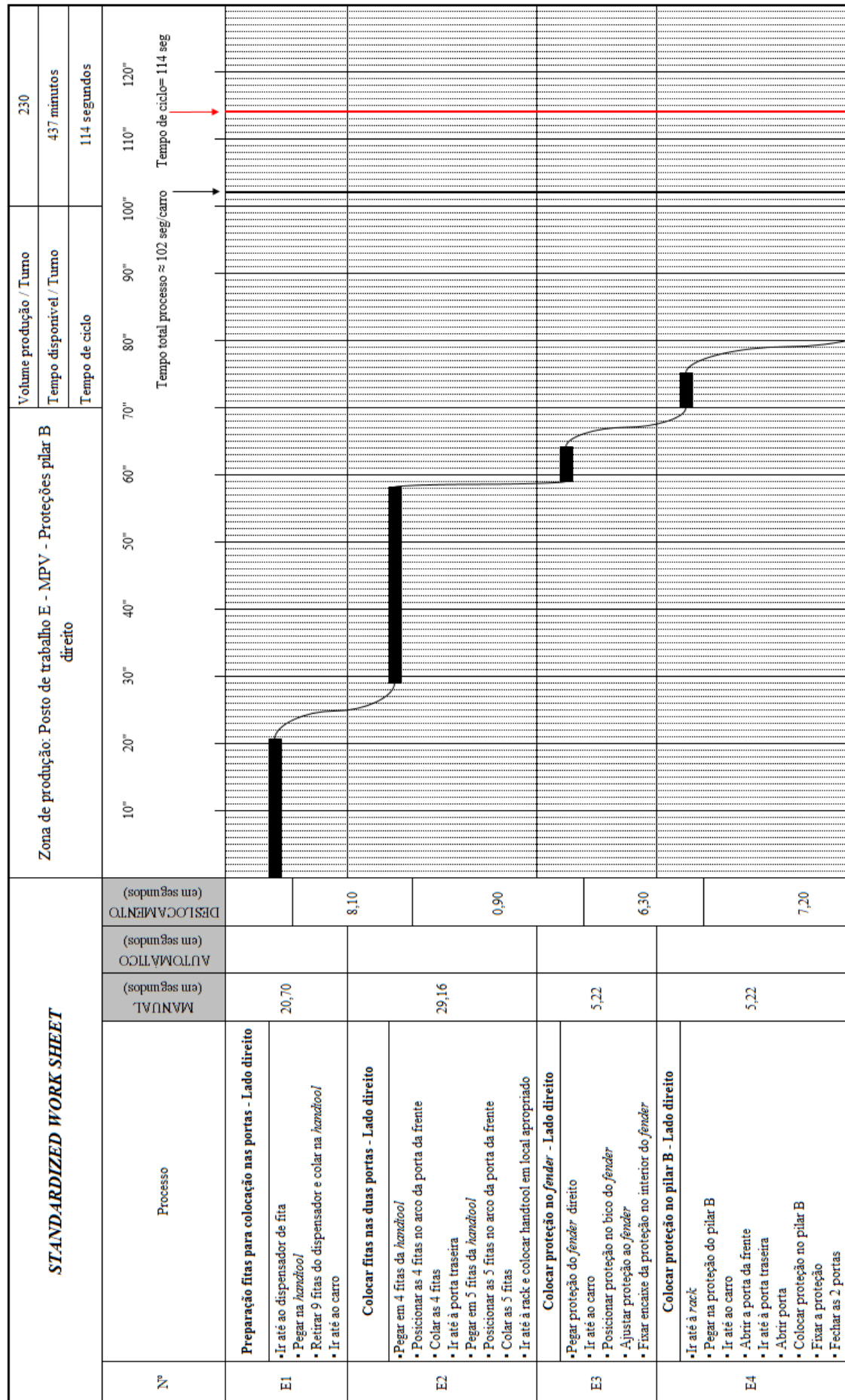


Figura A35a – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho E

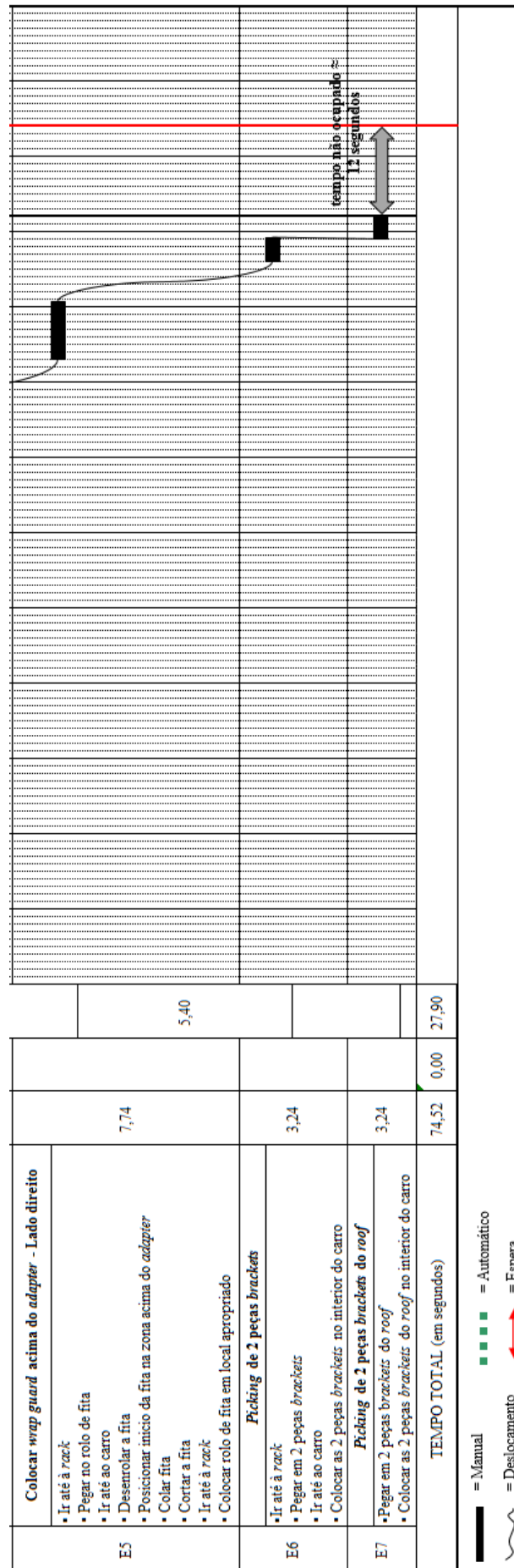


Figura A35b – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho E

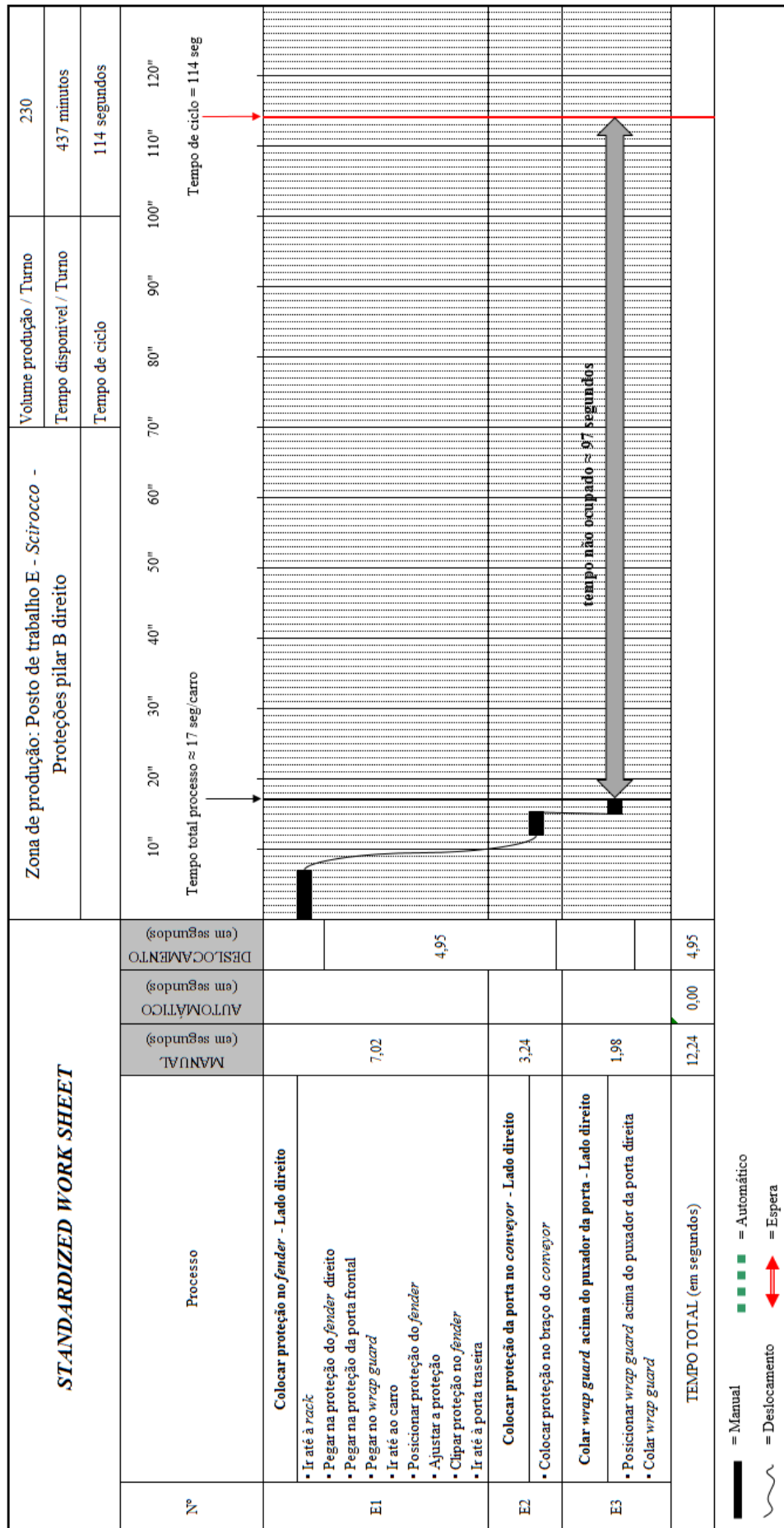


Figura A36 – Folha de trabalho *standard* para o Scirocco no posto de trabalho E

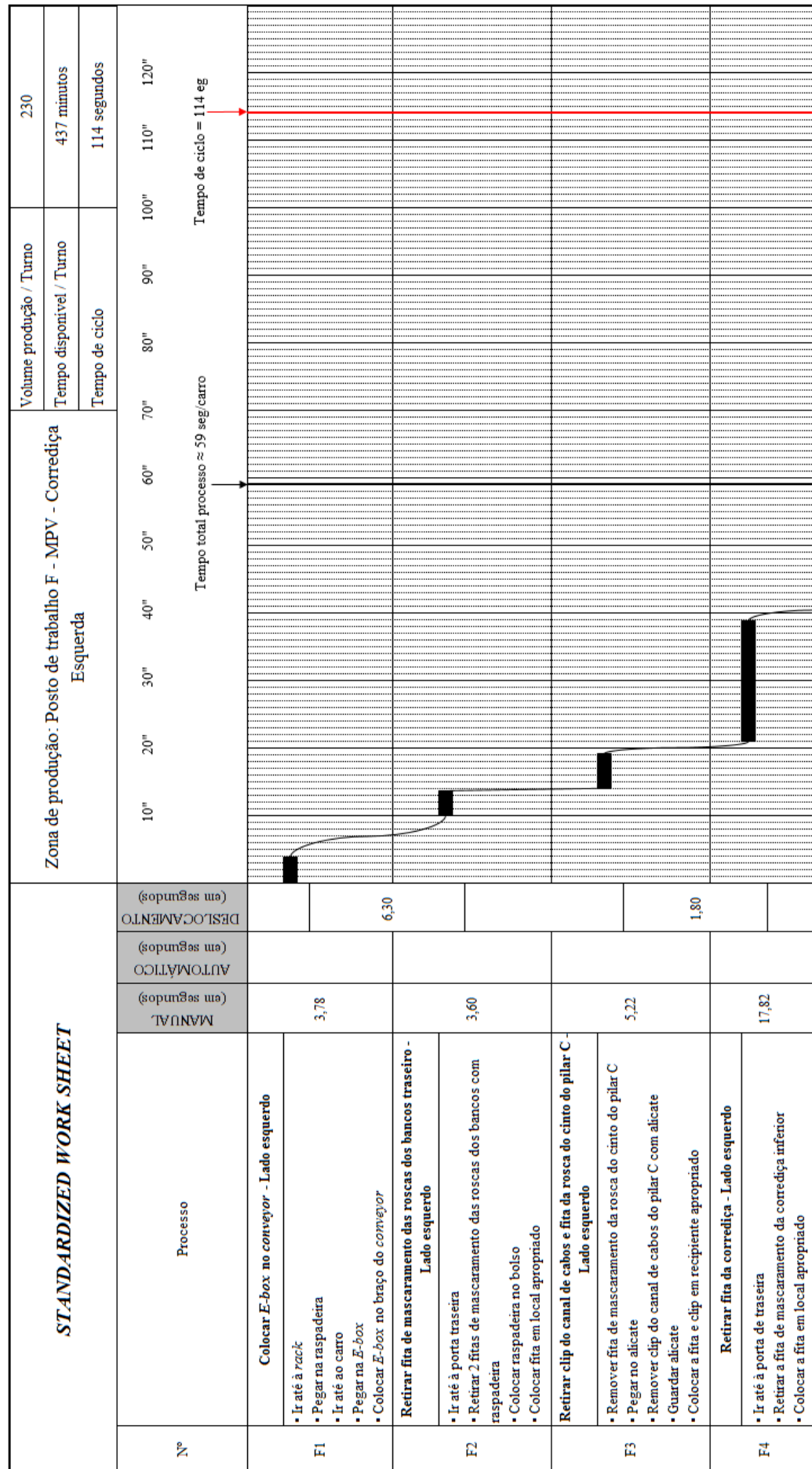


Figura A37a – Folha de trabalho *standard* para MPV no posto de trabalho F



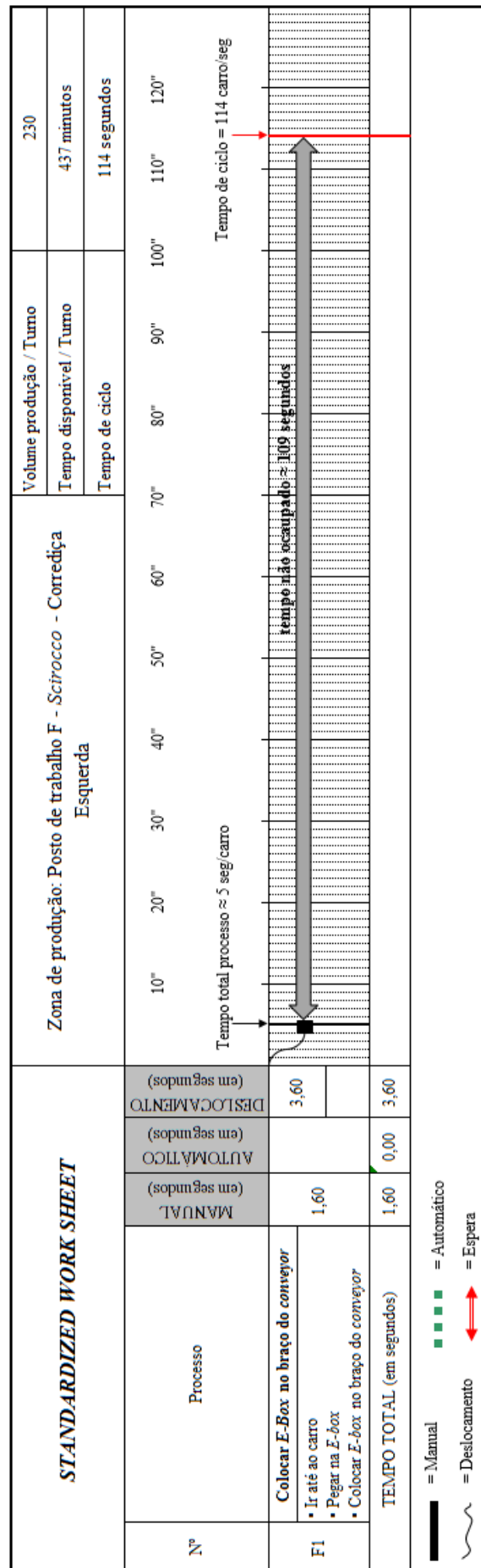


Figura A38 – Folha de trabalho *standard* para o *Scirocco* no posto de trabalho F

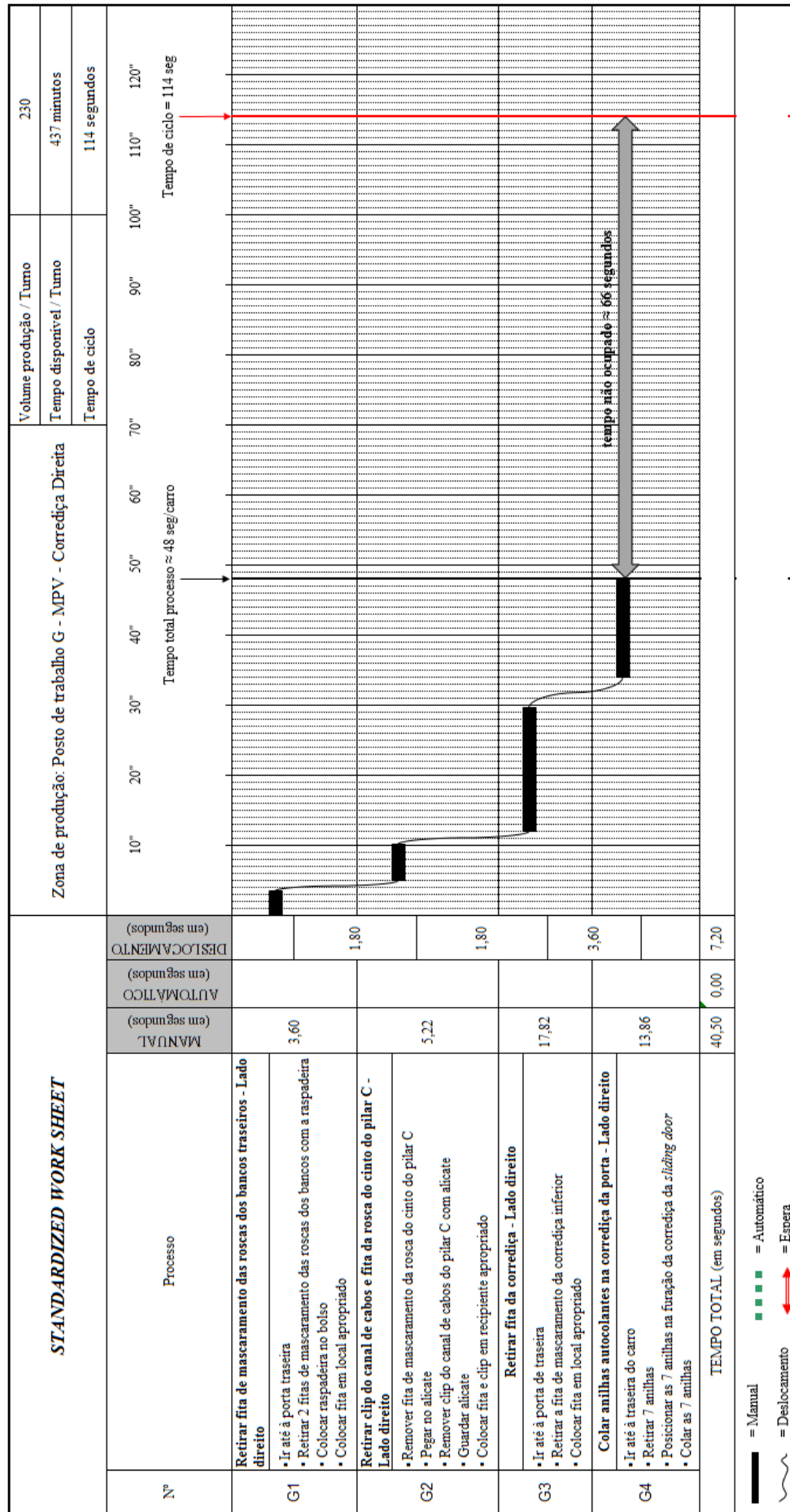


Figura A39 – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho G

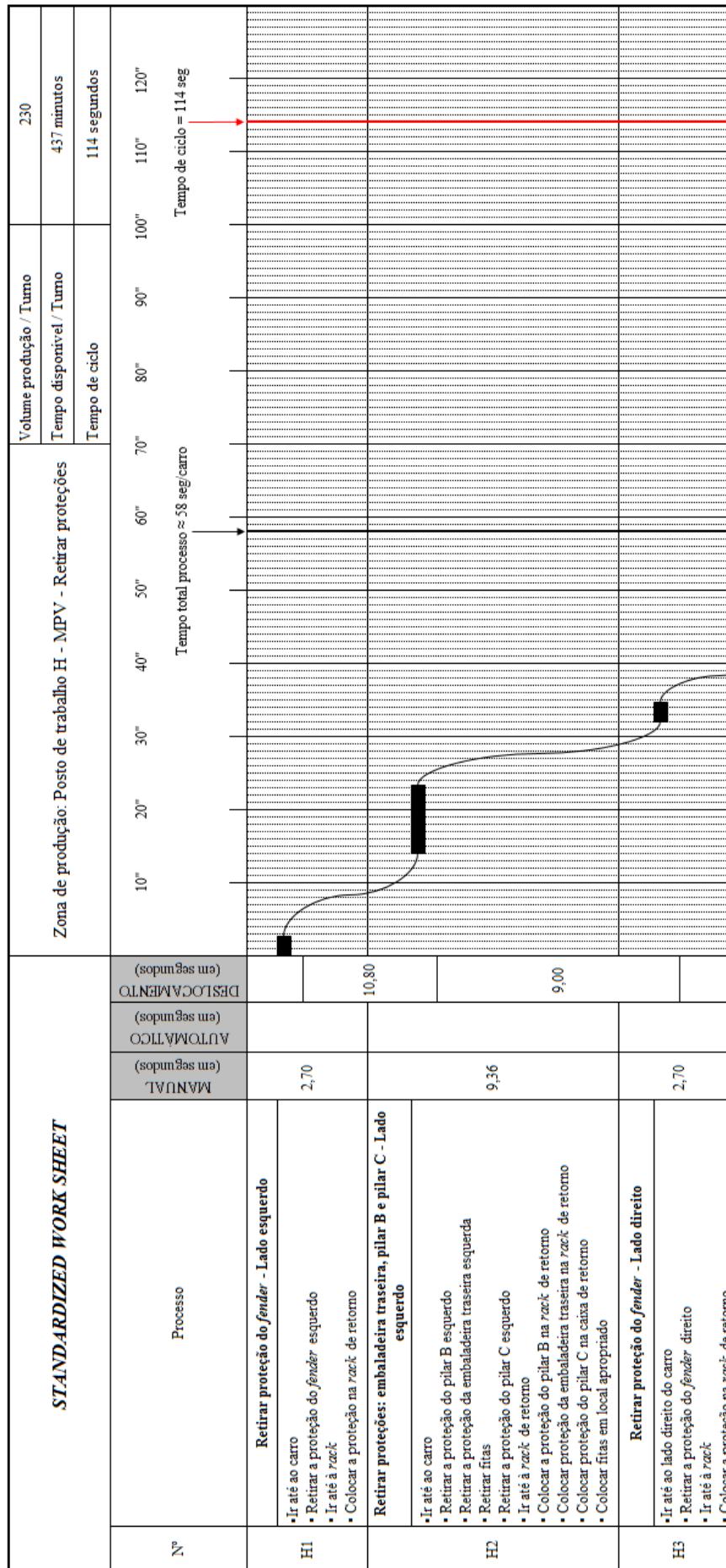


Figura A40a – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho H

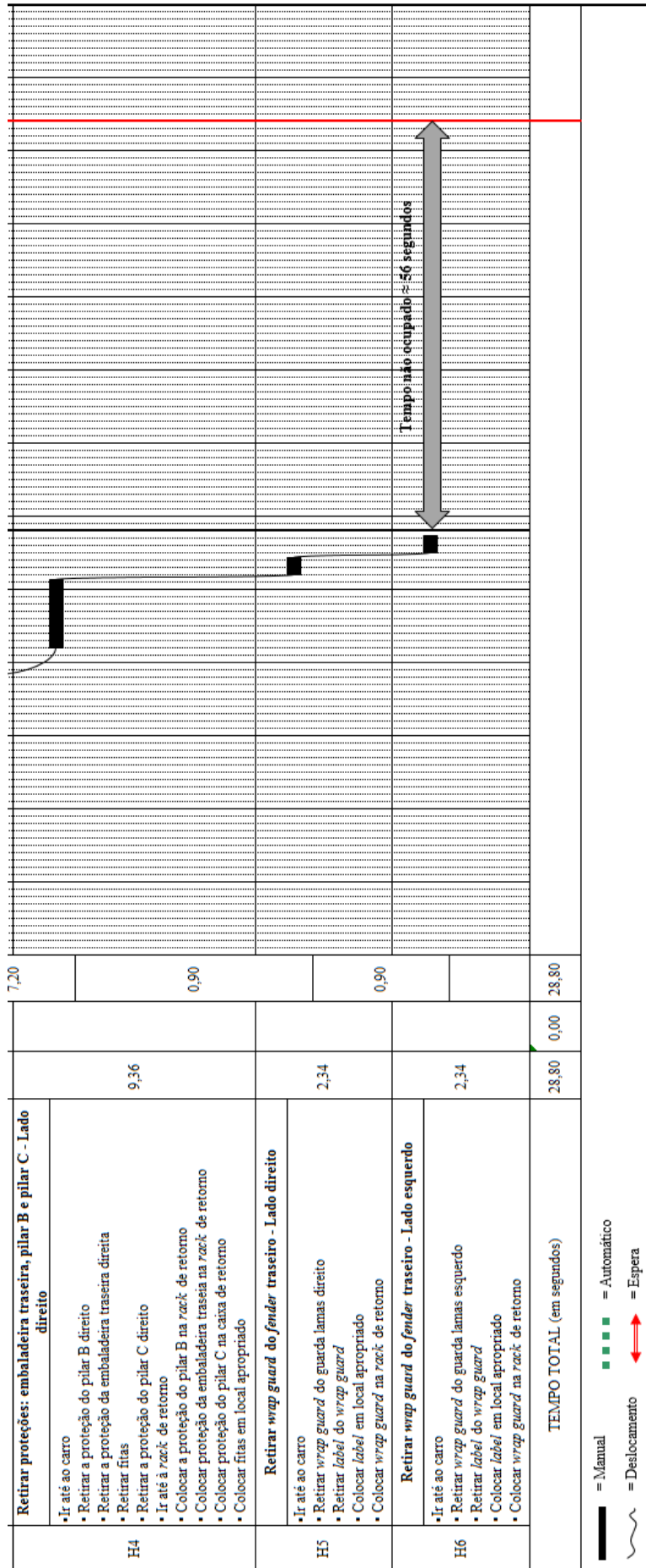


Figura A40b – Folha de trabalho *standard* para MPV no posto de trabalho H

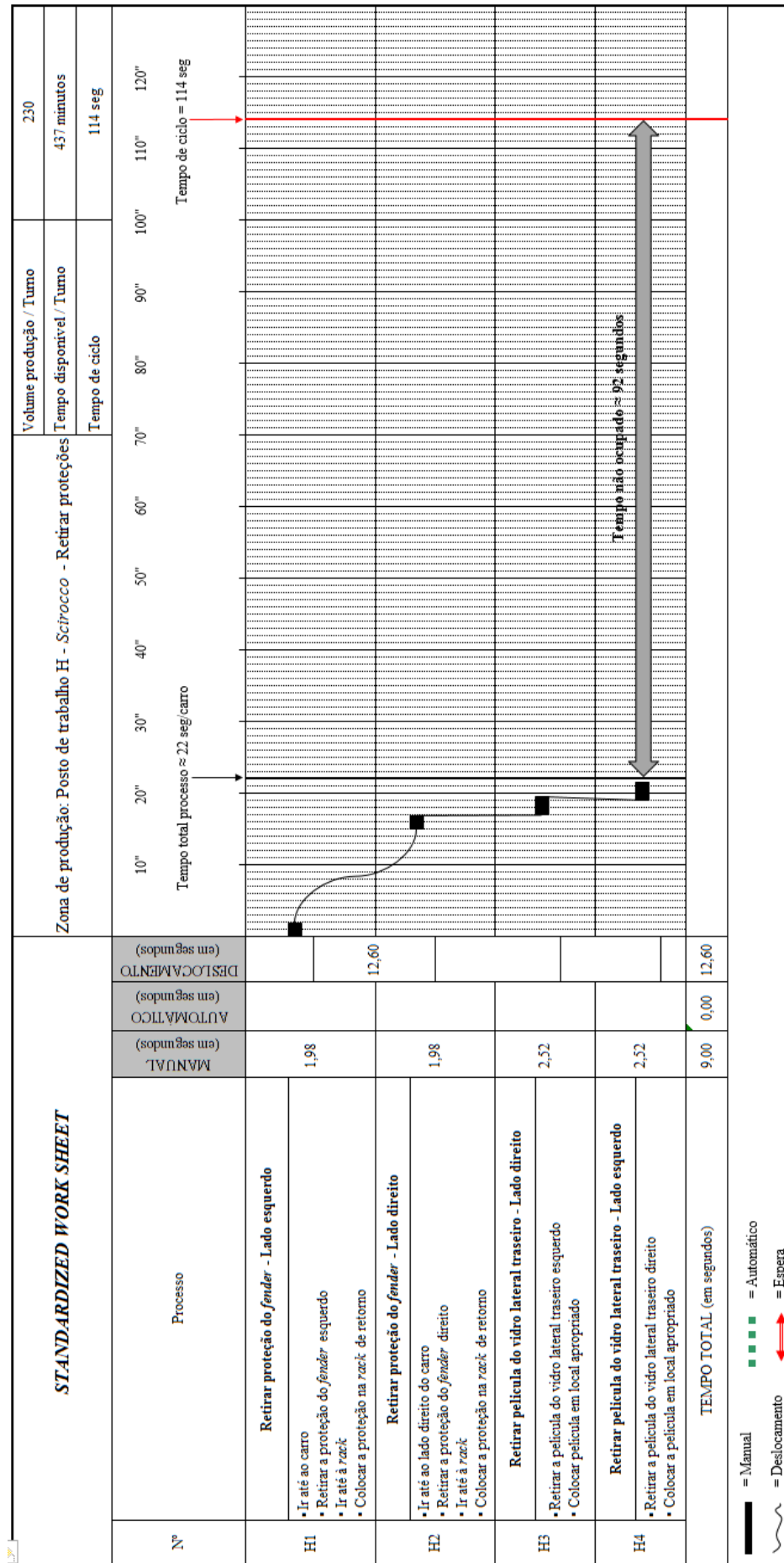


Figura A41 – Folha de trabalho *standard* para o Scirocco no posto de trabalho H

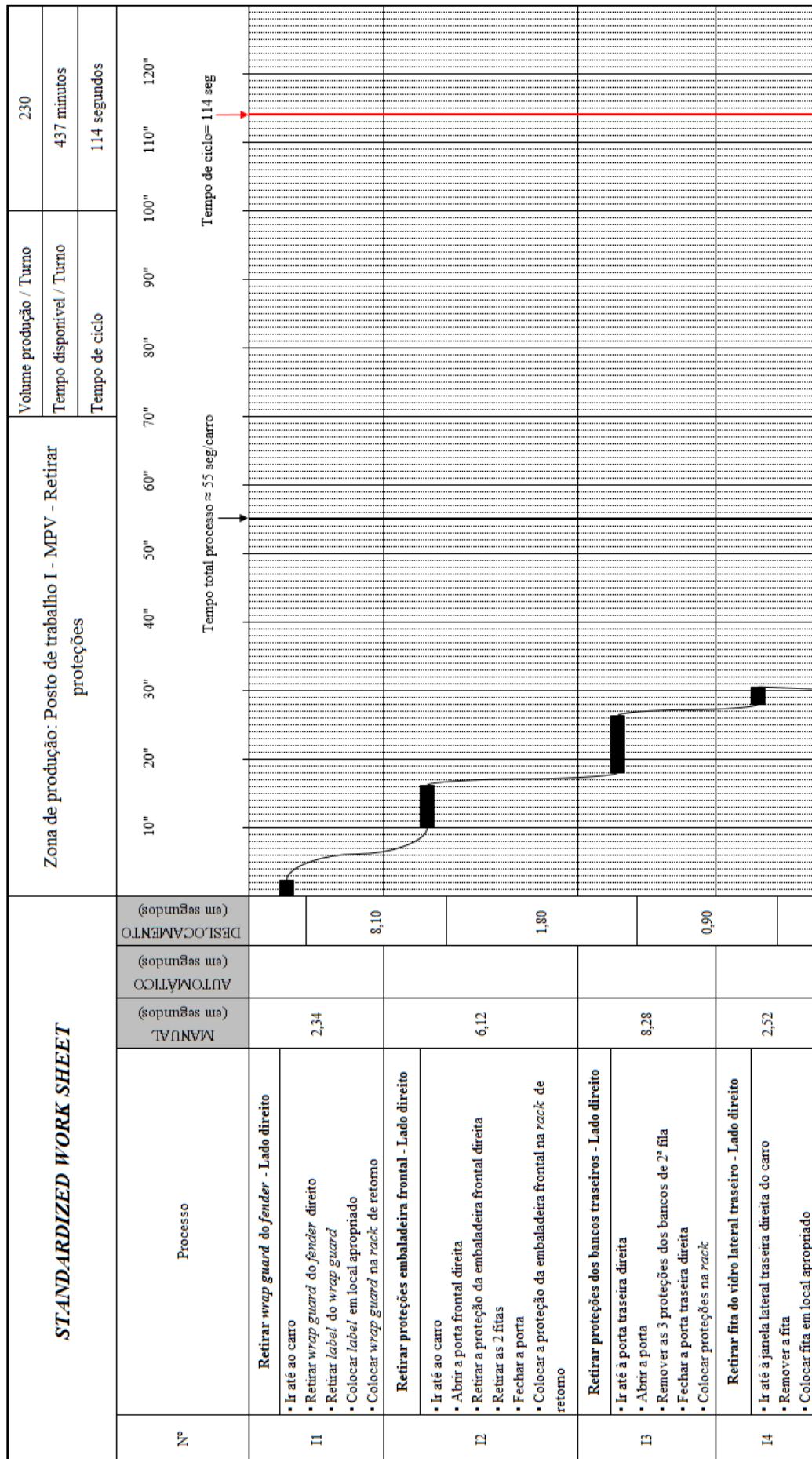


Figura A42a – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho I

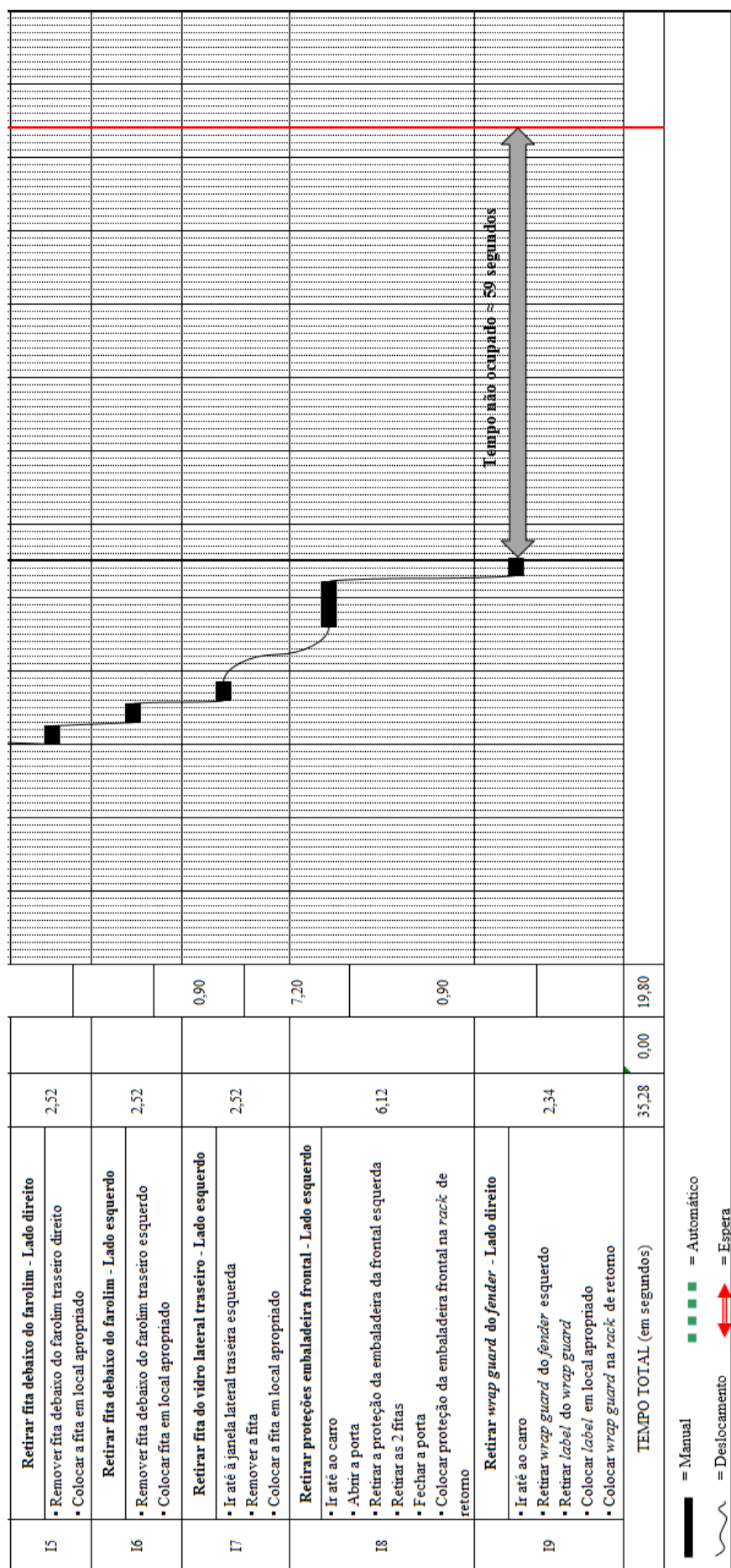


Figura A42b – Folha de trabalho *standard* para o MPV no posto de trabalho I

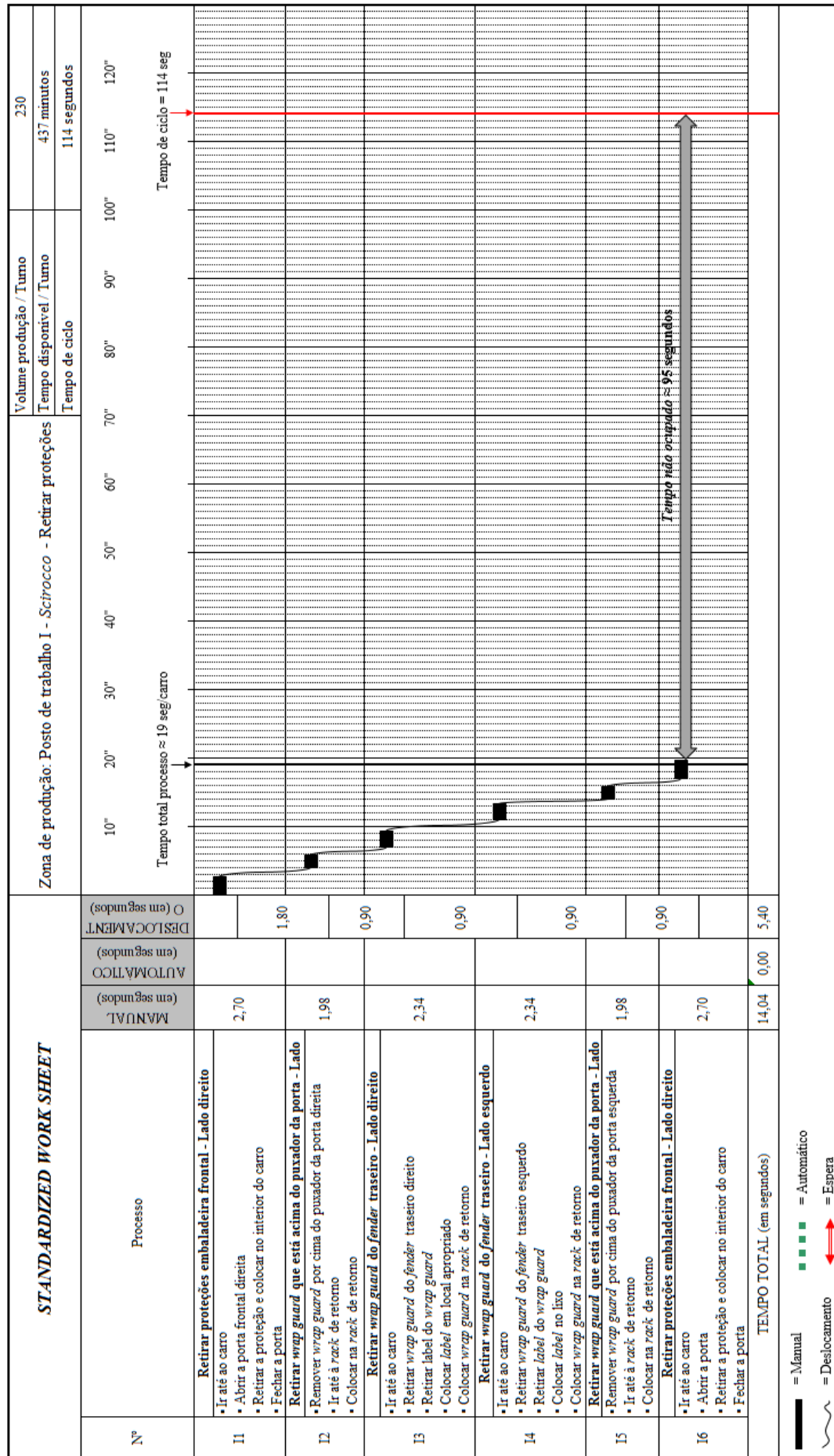


Figura A43 – Folha de trabalho *standard* para o Scirocco no posto de trabalho I

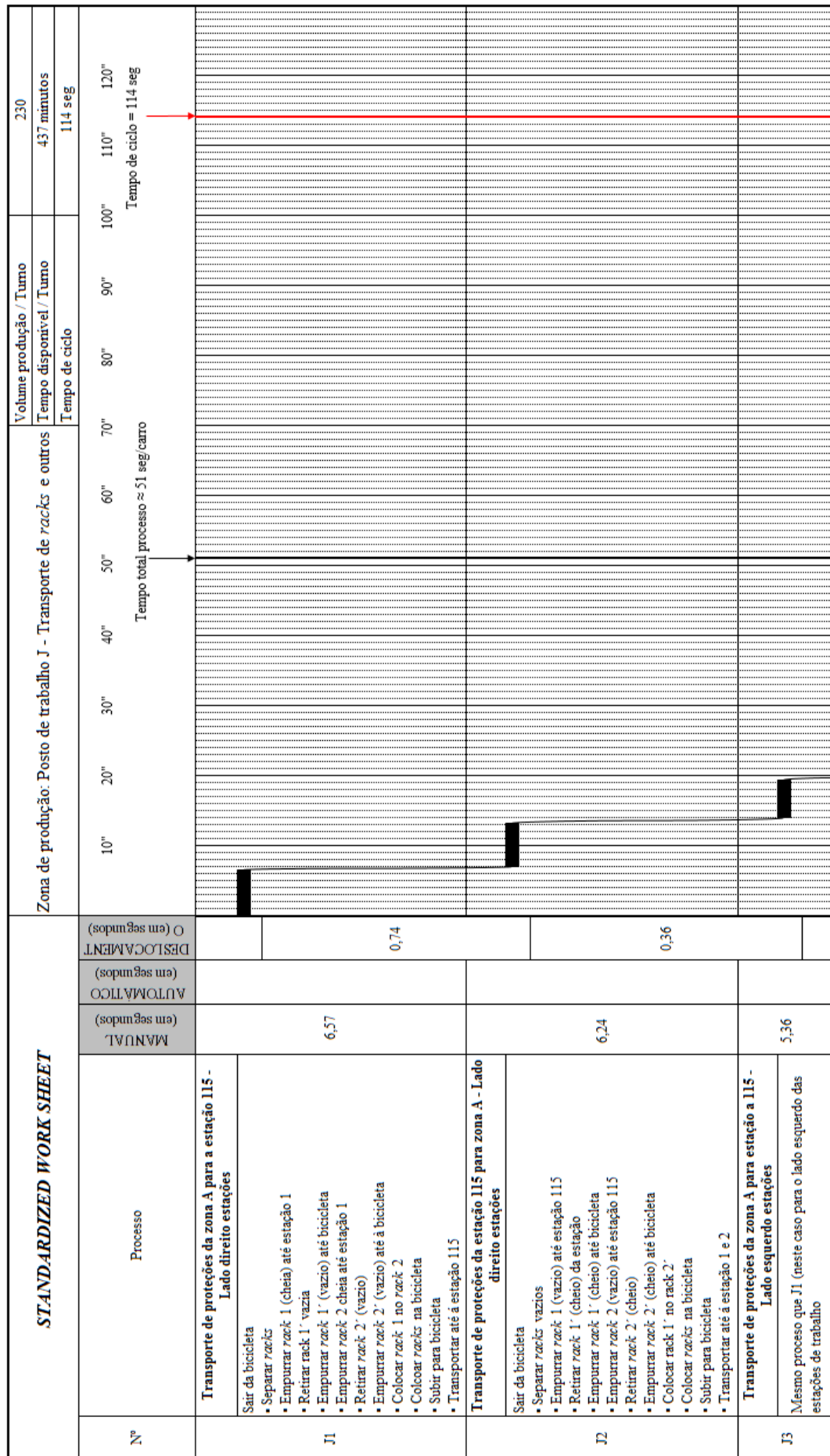
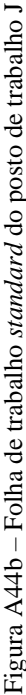


Figura A44a – Folha de trabalho *standard* do posto de trabalho J



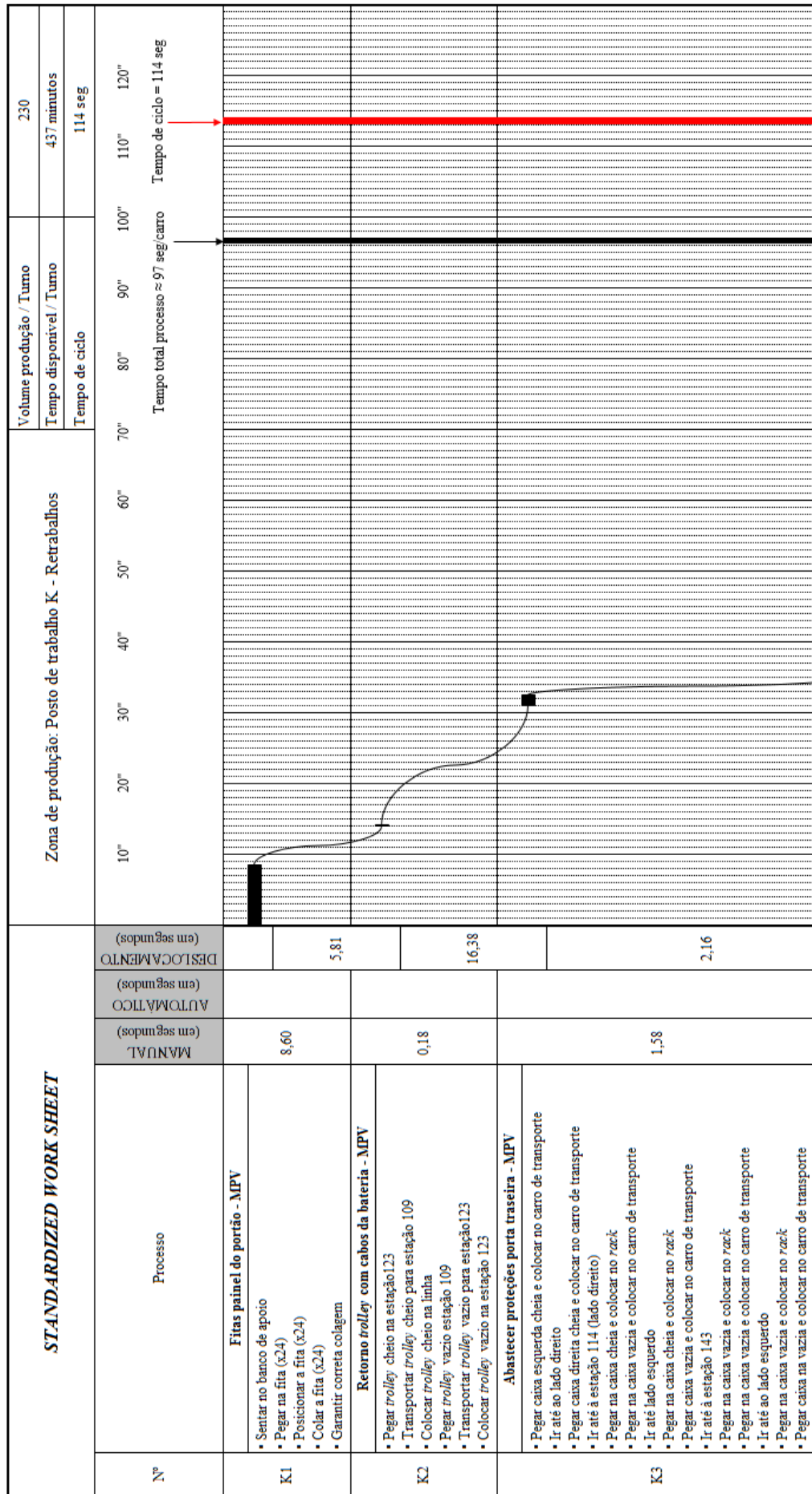


Figura A45a – Folha de trabalho *standard* do posto de trabalho K

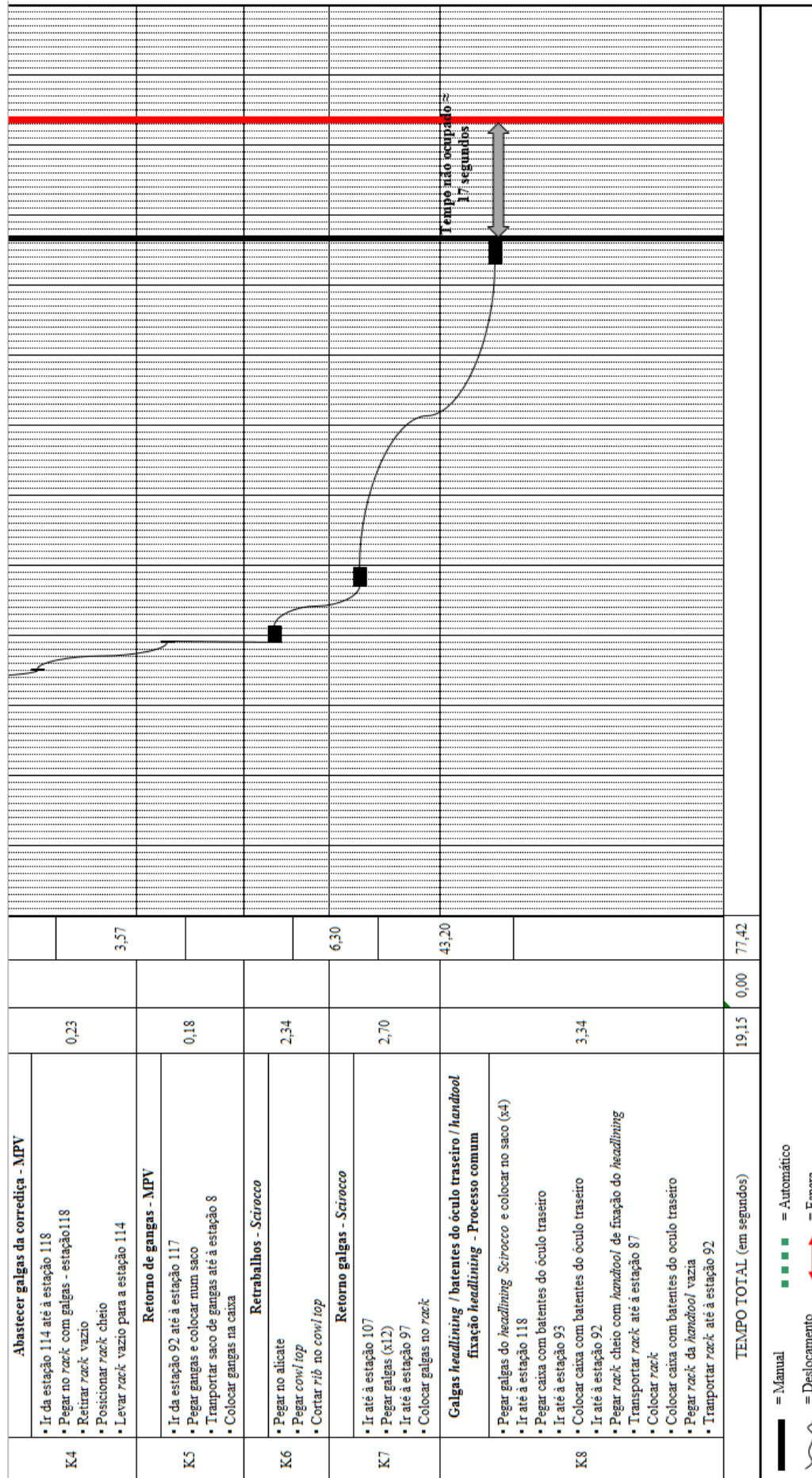


Figura A45b – Folha de trabalho *standard* do posto de trabalho K

Anexo 4. Análise justificativa das cargas de trabalho na Área de Expedição

a) Posto de trabalho EB

Este posto de trabalho, que se encontra no lado esquerdo da estação de trabalho (figura A3) executa os processos de colocação da capa nos veículos que seguem destino para mercado especial, em simultâneo com o posto de trabalho EA.

Os tempos que se encontram na tabela A21 foram obtidos a partir da análise que se encontra no anexo 17. Nesta tabela apresentam-se, além dos tempos de suboperação de cada modelo, a afetação em percentagem para cada suboperação, tendo em conta a produção em *mix*. Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EB, neste caso, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EB é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em } mix = 33,59 + 4,09 \approx 38 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EB tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{38}{1}}{104} \times 100 \approx 37\%$$

O tempo de ciclo deste posto de trabalho é exatamente o mesmo do posto EB. Desta forma as cargas de trabalho para cada modelo resultam da aplicação das equações 3.15 e 3.16.

$$Workload_{sharan} = \frac{257,42}{728} \times 100 = 35\%$$

$$Workload_{scirocco} = \frac{272,87}{728} \times 100 = 37\%$$

Tabela A21 – Tempos de operação do posto de trabalho EB

Operação – Coloca proteção <i>full body cover</i> no MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EB1	Proteção do <i>capot</i>	39,50	13,05	5,15
EB2	<i>Full body cover</i> no lado frontal	37,70		4,92
EB3	<i>Full body cover</i> no lado traseiro	26,20		3,42
EB4	<i>Full body cover</i> , subida do elevador	36,30		4,74
EB5	<i>Full body cover</i> , colocação da proteção debaixo do carro	29,30		3,82
EB6	<i>Full body cover</i> , descida do elevador	35,80		4,67
EB7	<i>Full body cover</i> , colar a capa no vidro da frente	18,00		2,35
EB8	<i>Full body cover</i> , abertura da capa na zona da porta	18,50		2,41
EB9		16,12		2,10
Total (em segundos)		257,42		33,59
Operação – Coloca proteção <i>full body cover</i> no Scirocco				
EB10	Proteção do <i>capot</i>	22,00	1,15	0,25
EB11	<i>Full body cover</i> no lado frontal	43,00		0,49
EB12	<i>Full body cover</i> no lado traseiro	36,00		0,41
EB13		7,85		0,09
EB14	<i>Full body cover</i> , subida do elevador	25,00		0,29
EB15	<i>Full body cover</i> , colocação da proteção debaixo do carro	25,00		0,29
EB16	<i>Full body cover</i> , descida do elevador	35,80		0,41
EB17	<i>Full body cover</i> , colar a capa no vidro da frente	26,00		0,30
EB18	<i>Full body cover</i> , abertura da capa na zona da porta	27,00		0,31
EB19		25,22		0,29
Total (em segundos)		272,87		4,09

A figura A46 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EB. Como se observa, a carga de trabalho em *mix* de 37% corresponde a 39 segundos de operação, existindo 65 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

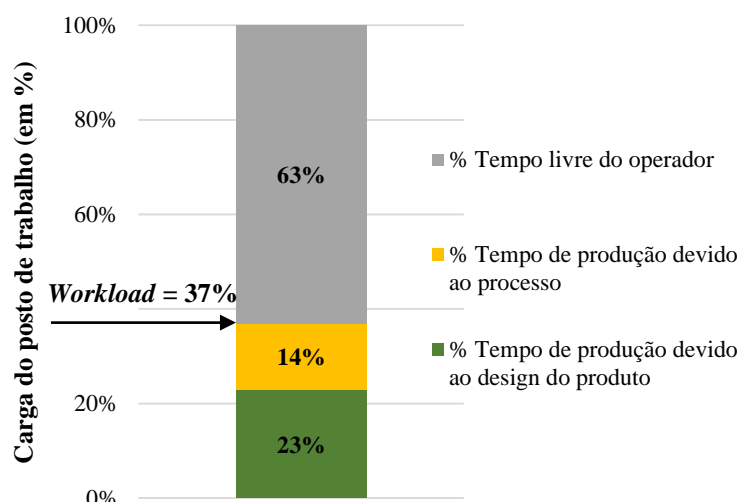


Figura A46 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EB

A figura A47 apresenta as cargas de trabalho para o *Sharan* e para o *Scirocco*.

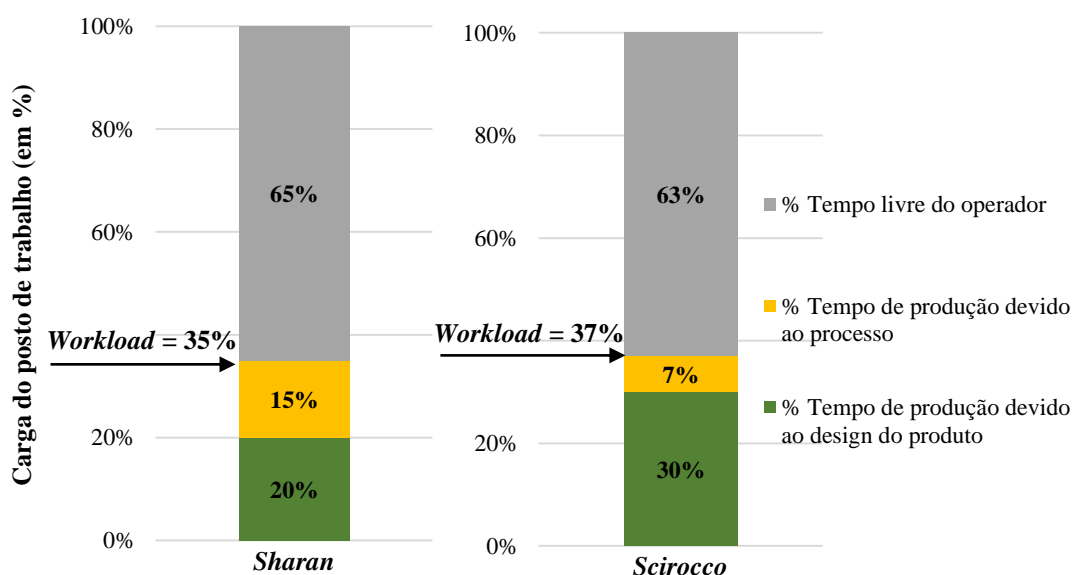


Figura A47 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EB

Verifica-se que a carga do posto de trabalho para o *Sharan* é de 35% o que corresponde a 258 segundos de operação durante o tempo de ciclo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 37% o que corresponde a 273 segundos de tempo efetivo de operação.

b) Posto de trabalho EC

No posto de trabalho EC, são colocadas proteções no *capot* e no *spoiler* do MPV, sendo efetuadas no *Scirocco* as mesmas operações do que no MPV, adicionalmente no *Scirocco* são efetuados processos de colocação de proteções nos tetos, existindo diferenças nas operações com teto normal e teto panorâmico. Este posto de trabalho encontra-se no lado esquerdo da estação de trabalho, sendo executado em simultâneo com o posto ED que se encontra no lado direito (figura A3).

Os tempos que se encontram na tabela A22 foram obtidos a partir da análise que se encontra no anexo 18. Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EC, neste caso, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EC é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em mix} = 62,13 + 31,33 \approx 94 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EC tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{94}{1}}{104} \times 100 \approx 90\%$$

A figura A48 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EC. A carga de trabalho em *mix* de 90% corresponde a 94 segundos de operação, existindo 10 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

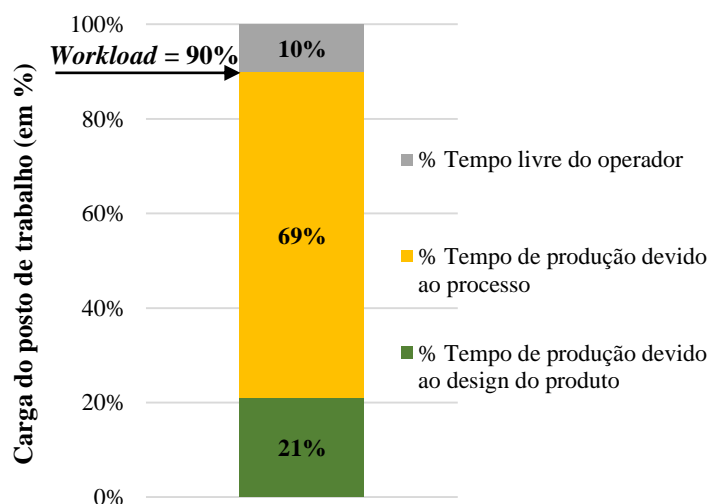


Figura A48 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EC

Tabela A22 – Tempos de operação do posto de trabalho EC

Operação – Coloca proteção no <i>capot</i> e <i>spoiler</i> do MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EC1	Retira proteção do <i>capot</i>	9,50	65,74	6,24
EC2	Coloca proteção no <i>capot</i>	29,00		19,06
EC3		17,00		11,17
EC4	Coloca proteção no <i>spoiler</i>	39,02		25,65
Total (em segundos)		94,52		62,13
Operação – Coloca proteção no <i>capot</i> , <i>teto</i> , <i>spoiler</i> e <i>mala</i> do <i>Scirocco</i>				
EC5	Coloca proteção no <i>capot</i>	24,17	12,55	3,03
EC6		34,06		4,27
EC7	Coloca proteção no <i>teto</i> <i>panorâmico</i>	15,20	2,52	0,38
EC8		47,88		1,20
EC9		48,57		1,22
EC10	Retira proteção do <i>teto</i> normal	9,50	12,55	1,19
EC11	Coloca proteção no <i>teto</i> normal	4,84		0,61
EC12		79,18		9,94
EC13		17,24		2,16
EC14	Coloca proteção na <i>mala</i>	11,10		1,39
EC15		47,29		5,93
Total (em segundos)		339,03		31,33

A tabela A23 apresenta a sequência de iterações para determinar o número de veículos por modelo afetos por dia de produção, ao posto de trabalho EC.

Tabela A23 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EC

Modelo	Volume de produção (em %)	Volume de produção (em unidades/dia)	Afetação no modelo (em %)	Volume efetivo do posto de trabalho (em unidades /dia)
<i>Sharan</i>	54,24	$504 \times 86,30\% \times 54,24\% = 236$	72,12	$236 \times 72,12\% = 170$
<i>Allambra</i>	47,76	$504 \times 86,30\% \times 45,76\% = 199$	80,98	$199 \times 80,98\% = 161$
<i>Scirocco</i>	100	$504 \times 13,70\% \times 100\% = 69$	18,43	$69 \times 18,43\% = 13$

A equação 3.14 define o cálculo do tempo de ciclo para o posto de trabalho e as equações 3.15 e 3.16 definem as cargas de trabalho.

$$\text{Tempo de ciclo Posto EC} = \frac{437 \times 2}{170 + 161 + 13} = 2,54 \text{ minutos} = 152 \text{ segundos}$$

$$\text{Workload}_{\text{MPV}} = \frac{94,52}{152} \times 100 = 62\%$$

$$\text{Workload}_{\text{Scirocco}} = \frac{339,03}{152} \times 100 = 223\%$$

A figura A49 apresenta as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*.

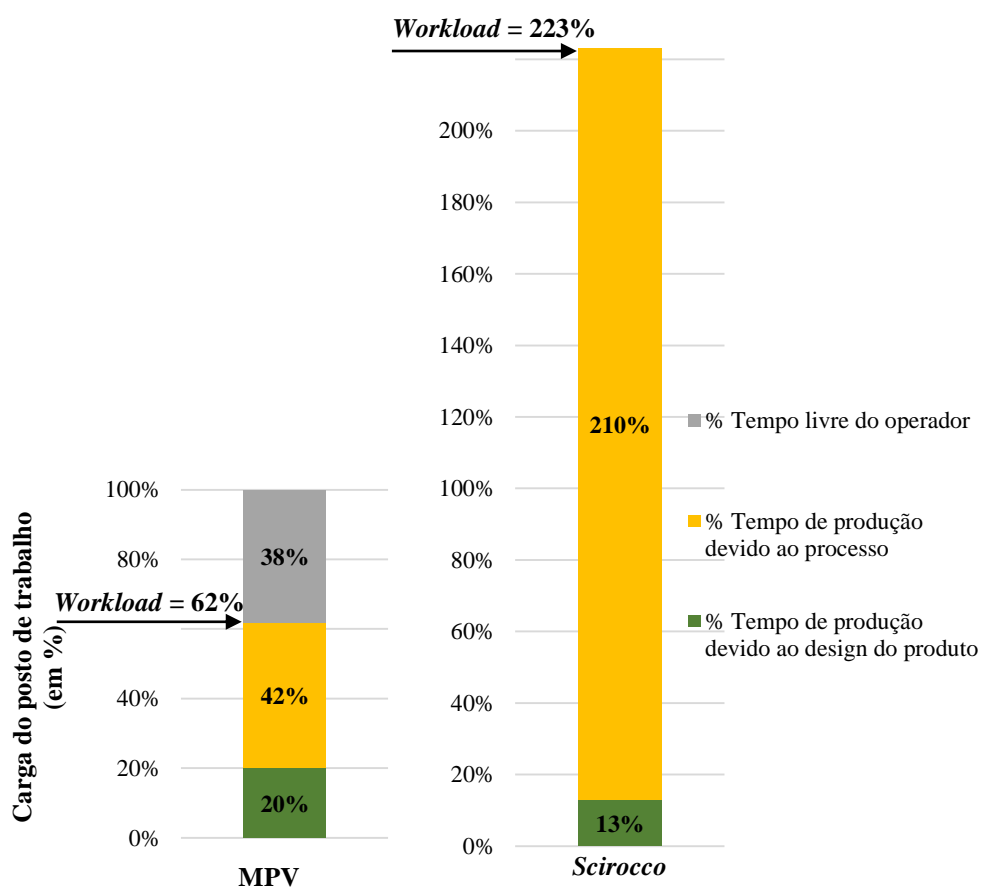


Figura A49 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EC

Analisando cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*, verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 62% sendo para o *Scirocco* de 223%. Esta carga de trabalho para o *Scirocco* não é preocupante, porque o operador do posto de trabalho EA auxilia na execução das operações do *Scirocco* neste posto de trabalho.

c) Posto de trabalho ED

O posto de trabalho ED, que se encontra no lado direito da estação, executa os mesmos processos em simultâneo com o posto EC.

Tabela A24 – Tempos de operação do posto de trabalho ED

Operação – Coloca proteção no <i>capot</i> e <i>spoiler</i> do MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
ED1	Retira proteção do <i>capot</i>	9,50	65,74	6,24
ED2	Coloca proteção no <i>capot</i>	29,00		19,06
ED3		17,00		11,17
ED4	Coloca proteção no <i>spoiler</i>	31,46		20,68
Total (em segundos)		86,96		57,17
Operação – Coloca proteção no <i>capot</i> , teto, <i>spoiler</i> e mala do <i>Scirocco</i>				
ED5	Coloca proteção no <i>capot</i>	24,17	12,55	3,03
ED6		26,50		3,33
ED7	Coloca proteção no teto panorâmico	15,20	2,52	0,38
ED8		42,75		1,07
ED9		41,01		1,03
ED10	Retira proteção do teto normal	9,50	12,55	1,19
ED11	Coloca proteção no teto normal	4,84		0,61
ED12		74,31		9,33
ED13		9,68		1,21
ED14	Coloca proteção na mala	11,10		1,39
ED15		39,73		4,99
Total (em segundos)		298,79		27,56

Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho ED, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela A24. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho ED é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em mix} = 57,17 + 27,56 \approx 85 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho ED tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{85}{1}}{104} \times 100 \approx 82\%$$

A figura A50 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho ED. A carga de trabalho em *mix* de 82% corresponde a 85 segundos de operação, existindo 19 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

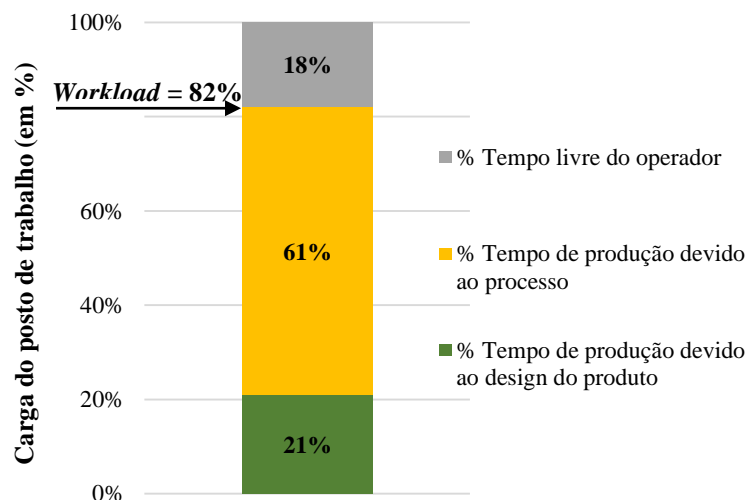


Figura A50 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho ED

O tempo de ciclo deste posto de trabalho é exatamente o mesmo do posto EC. Desta forma as cargas de trabalho para cada modelo resultam da aplicação das equações 3.15 e 3.16.

$$Workload_{MPV} = \frac{86,96}{152} \times 100 = 57\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{298,79}{152} \times 100 = 197\%$$

A figura A51 apresenta as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*.

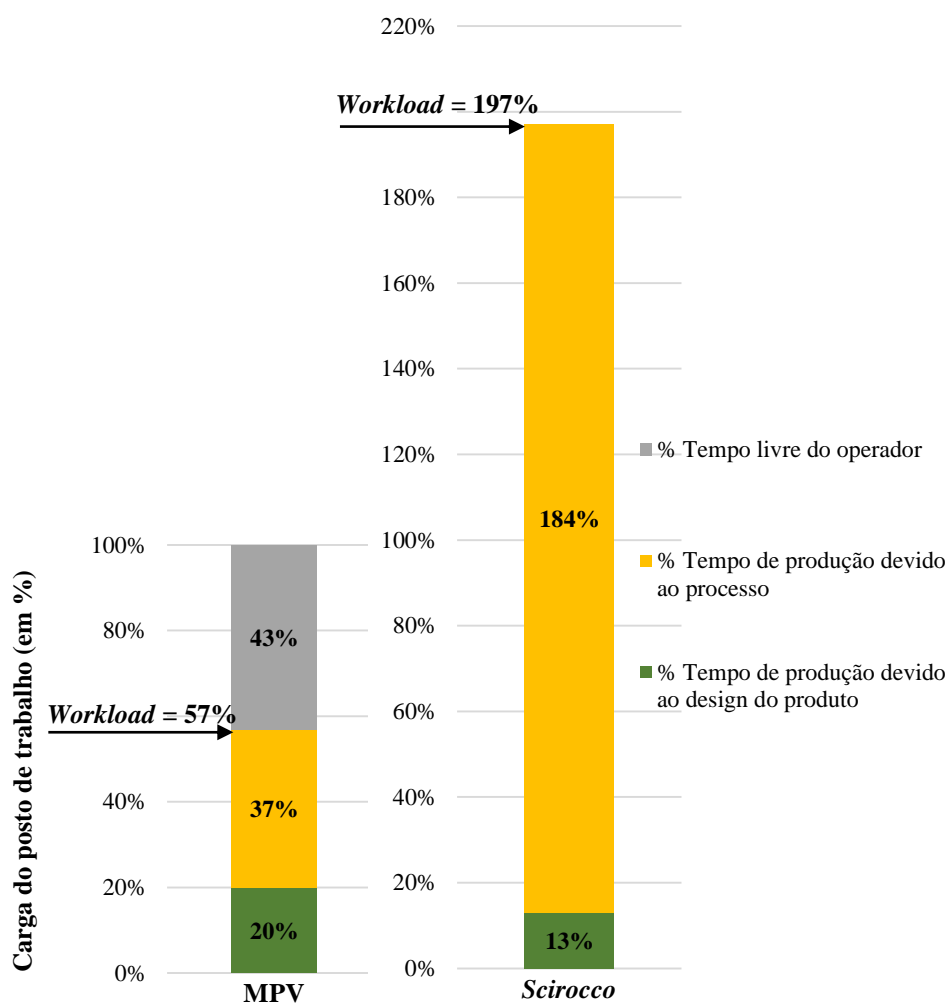


Figura A51 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho ED

Analisando cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*, verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 57%. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 197% o que corresponde a 299 segundos de tempo efetivo de operação. Esta carga para o *Scirocco* também não é preocupante, porque o operador do posto de trabalho EB auxilia na execução das operações do *Scirocco* neste posto de trabalho.

d) Posto de trabalho EE

No posto de trabalho EE, são colocadas proteções nas *jantes* dos veículos que são expedidos para o mercado especial, para os dois modelos em estudo. No MPV em particular, são ainda colocadas proteções nas extremidades dos tetos, havendo diferenças de processo, para os veículos com teto panorâmico e nos veículos com teto normal. Este posto de trabalho encontra-se no lado esquerdo da estação de trabalho, sendo executados os processos em simultâneo, com o posto de trabalho EF que se encontra no lado direito da estação.

Na tabela A25 apresentam-se, além dos tempos de suboperação de cada modelo, a afetação em percentagem para cada suboperação, tendo em conta a produção em *mix*.

Tabela A25 – Tempos de operação do posto de trabalho EE

Operação – Coloca proteção no teto do MPV e proteção nas <i>jantes</i> dos veículos para mercado especial				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EE1	Retira proteção para <i>jante</i>	5,70	13,05	0,74
EE2	Posiciona proteção na <i>jante</i>	10,78		1,40
EE3	Coloca proteção na <i>jante</i>	16,16		2,10
EE4	Retira proteção para <i>jante</i>	15,96		2,08
EE5	Posiciona proteção na <i>jante</i>	10,78		1,40
EE6	Coloca proteção na <i>jante</i>	23,27		3,04
EE7	Coloca proteção nas laterais do teto panorâmico	32,72	73,25	23,96
EE8	Coloca proteção nas laterais do teto normal	32,72		23,96
EE9	Coloca proteção na frente do teto panorâmico	14,61	20,25	2,96
EE10		23,05		4,66
EE11	Selar as portas	13,86	73,25	10,15
Total (em segundos)		199,61		76,42
Operação – Coloca proteção nas <i>jantes</i> dos veículos para mercado especial, <i>Scirocco</i>				
EE12	Retira proteção para <i>jante</i>	4,80	1,15	0,05
EE13	Posiciona proteção na <i>jante</i>	21,78		0,25
EE14	Coloca proteção na <i>jante</i>	17,16		0,19
EE15	Retira proteção para <i>jante</i>	10,56		0,12
EE16	Posiciona proteção na <i>jante</i>	21,78		0,25
EE17	Coloca proteção na <i>jante</i>	20,22		0,23
Total (em segundos)		96,30		1,10

Os tempos que se encontram na tabela foram obtidos a partir da análise que se encontra no anexo 19. Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EE, neste caso, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EF é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em mix} = 76,42 + 1,10 \approx 78 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EE tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{78}{104} \times 100 \approx 75\%$$

A figura A52 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EE, a carga de trabalho em *mix* de 75% corresponde a 78 segundos de operação, existindo 26 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

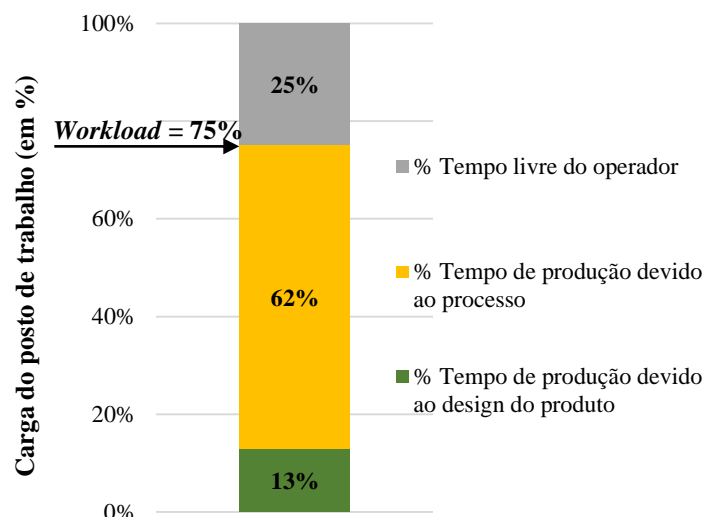


Figura A52 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EE

A tabela A26 apresenta a sequência de iterações para determinar o número de veículos por modelo afetados por dia de produção, ao posto de trabalho EE.

Tabela A26 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EE

Modelo	Volume de produção (em %)	Volume de produção (em unidades/dia)	Afetação no modelo (em %)	Volume efetivo do posto de trabalho (em unidades /dia)
<i>Sharan</i>	54,24	$504 \times 86,30\% \times 54,24\% = 236$	73,62	$236 \times 73,62\% = 174$
<i>Allambra</i>	47,76	$504 \times 86,30\% \times 45,76\% = 199$	80,98	$199 \times 80,98\% = 161$
<i>Scirocco</i>	100	$504 \times 13,70\% \times 100\% = 69$	8,39	$69 \times 8,39\% = 6$

A equação 3.14 define o cálculo do tempo de ciclo para o posto de trabalho e as equações 3.15 e 3.16 definem as cargas de trabalho.

$$\text{Tempo de ciclo Posto EE} = \frac{437 \times 2}{174 + 161 + 6} = 2,56 \text{ minutos} = 154 \text{ segundos}$$

$$Workload_{MPV} = \frac{199,61}{154} \times 100 = 130\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{96,30}{154} \times 100 = 63\%$$

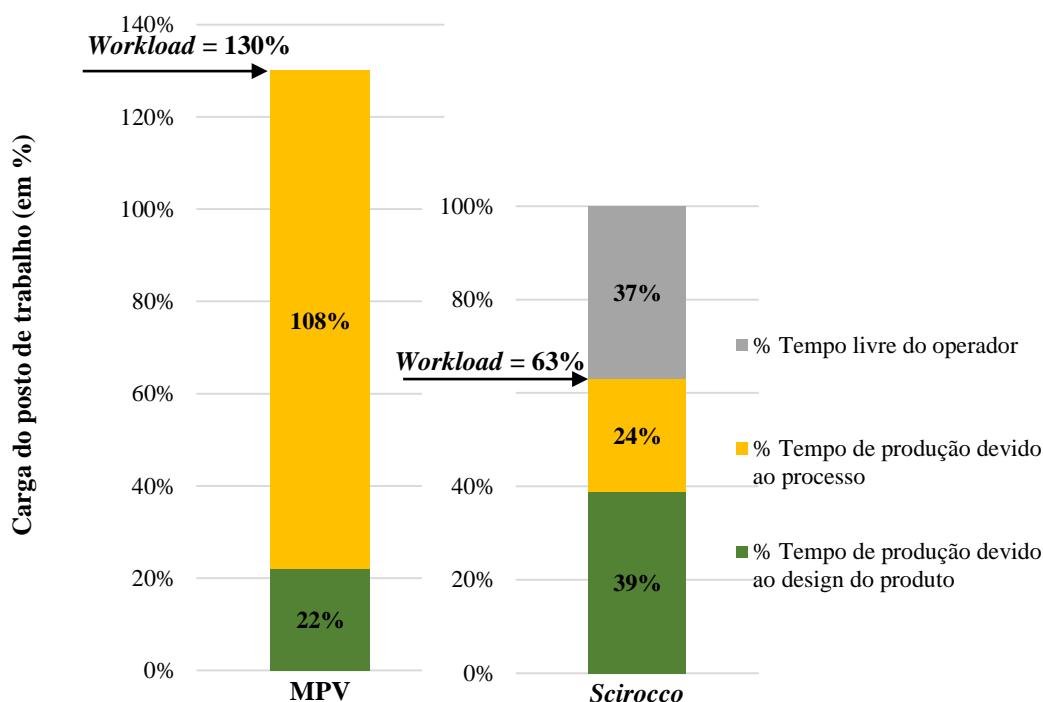


Figura A53 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EE

Pela observação da figura A53 verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 130% o que corresponde a um tempo de operação de 200 segundos. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 63% o que corresponde a cerca de 96 segundos de tempo efetivo de operação. A carga no MPV encontra-se um pouco acima do desejado neste posto de trabalho.

e) Posto de trabalho EF

Este posto de trabalho, que se encontra no lado direito da estação, executa os mesmos processos, em simultâneo com o posto de trabalho EE, que se encontra no lado esquerdo da mesma estação.

Tabela A27 – Tempos de operação do posto de trabalho EF

Operação – Coloca proteção no teto do MPV e proteção nas <i>jantes</i> dos veículos para mercado especial				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EF1	Retira proteção para a <i>jante</i>	5,70	13,05	0,74
EF2	Posiciona proteção na <i>jante</i>	10,78		1,40
EF3	Coloca proteção na <i>jante</i>	16,16		2,10
EF4	Retira proteção para <i>jante</i>	15,96		2,08
EF5	Posiciona proteção na <i>jante</i>	10,78		1,40
EF6	Coloca proteção na <i>jante</i>	23,72		3,10
E7	Coloca proteção nas laterais do teto panorâmico	31,28	73,25	22,91
EF8	Coloca proteção nas laterais do teto normal	31,28		22,91
EF9	Coloca proteção na frente do teto panorâmico	14,61	20,25	2,96
EF10	Coloca proteção na frente do teto panorâmico	15,49		3,14
Total (em segundos)		175,76		62,74
Operação – Coloca proteção nas <i>jantes</i> dos veículos para mercado especial, <i>Scirocco</i>				
EE11	Retira proteção para <i>jante</i>	4,80	1,15	0,05
EE12	Posiciona proteção na <i>jante</i>	21,78		0,25
EE13	Coloca proteção na <i>jante</i>	17,16		0,20
EE14	Retira proteção para <i>jante</i>	10,56		0,12
EE15	Posiciona proteção na <i>jante</i>	21,78		0,25
EE16	Coloca proteção na <i>jante</i>	20,22		0,23
EE17	Selar as portas	9,54	12,55	1,20
Total (em segundos)		105,84		2,30

Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EF, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela A27. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EF é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em mix} = 62,74 + 2,30 \approx 65 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EF tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{65}{1}}{104} \times 100 \approx 63\%$$

A figura A54 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EF. A carga de trabalho em *mix* de 63% corresponde a 66 segundos de operação, existindo 38 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

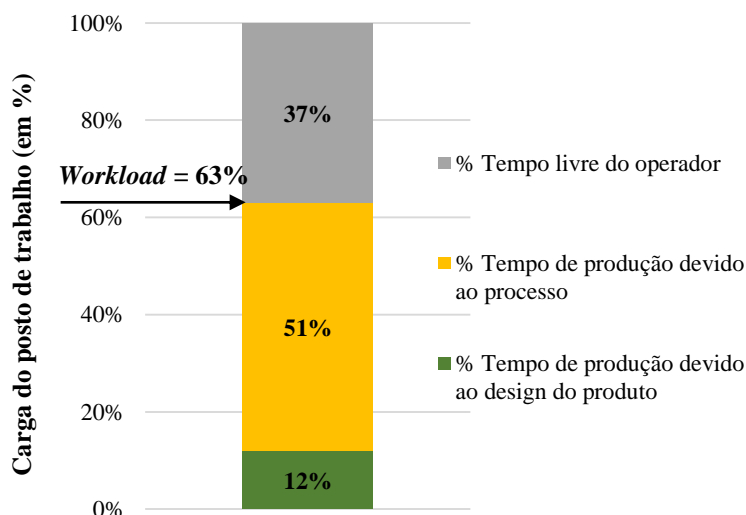


Figura A54 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EF

O tempo de ciclo deste posto de trabalho é exatamente o mesmo do posto EE. Desta forma as cargas de trabalho para cada modelo resultam da aplicação das equações 3.15 e 3.16.

$$Workload_{MPV} = \frac{175,76}{154} \times 100 = 114\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{105,84}{154} \times 100 = 69\%$$

A figura A55 apresenta as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*.

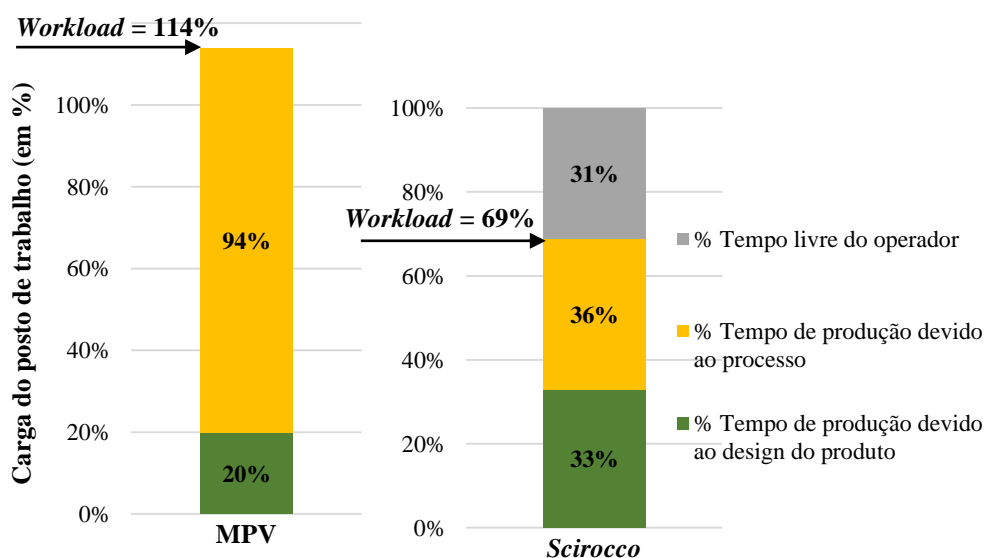


Figura A55 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EF

Analizando cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*, verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas para o MPV é de 114% o que corresponde a um tempo de operação de cerca de 176 segundos. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 69% o que corresponde a cerca de 106 segundos de tempo efetivo de operação. A carga para o MPV encontra-se um pouco acima do desejado neste posto de trabalho.

f) Posto de trabalho EG

No posto de trabalho EG, são colocadas proteções em toda a superfície do teto do MPV. Existem diferenças nas operações com teto normal e teto panorâmico, o que influencia o respetivo tempo de operação. Este posto de trabalho encontra-se no lado esquerdo da estação de trabalho, sendo executados os processos em simultâneo com o posto EH que se encontra no lado direito.

Os tempos que se encontram na tabela A28 foram obtidos a partir da análise que se encontra no anexo 20. Na mesma tabela apresentam-se, os tempos de suboperação para o MPV e a afetação em percentagem para cada suboperação.

Tabela A28 – Tempos de operação do posto de trabalho EG

Operação – Coloca proteção total no teto do MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EG1	Coloca proteção em todo o teto (teto normal)	26,73	45,49	12,16
EG2		32,61		14,83
EG3	Coloca proteção em todo o teto (teto panorâmico)	12,31	20,25	2,49
EG4		3,07		0,62
EG5		20,66		4,18
Total (em segundos)		95,38		34,28

Este posto de trabalho e o posto de trabalho H, têm a particularidade, de ambos não se encontrarem fisicamente na Área de Expedição, analisada nesta fase do estudo. Isso deve-se a questões de restrições de processo de produção, impostas. Estes dois postos encontram-se na Área de Montagem, onde é feito o estudo do subcapítulo 3.5.1., ou seja, uma zona da fábrica em que existe o tempo de ciclo imposto pela linha de produção. Devido a este facto faz todo o sentido, serem analisadas as cargas de trabalho para âmbos os postos, com base nas premissas das tabelas 3.15 e 3.16.

Neste posto de trabalho apenas são efetuadas operações no MPV, no entanto, deve ser definida a carga de trabalho em *mix*, uma vez existe um tempo de ciclo afetado por todo o volume de produção, apenas não são efetuadas operações no *Scirocco*.

Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EG, neste caso, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela A28. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EG é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em } mix = 34,28 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EG tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{34,28}{1}}{114} \times 100 \approx 30\%$$

A figura A56 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EG. A carga de trabalho em *mix* de 30% corresponde a 34 segundos de operação, existindo 80 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

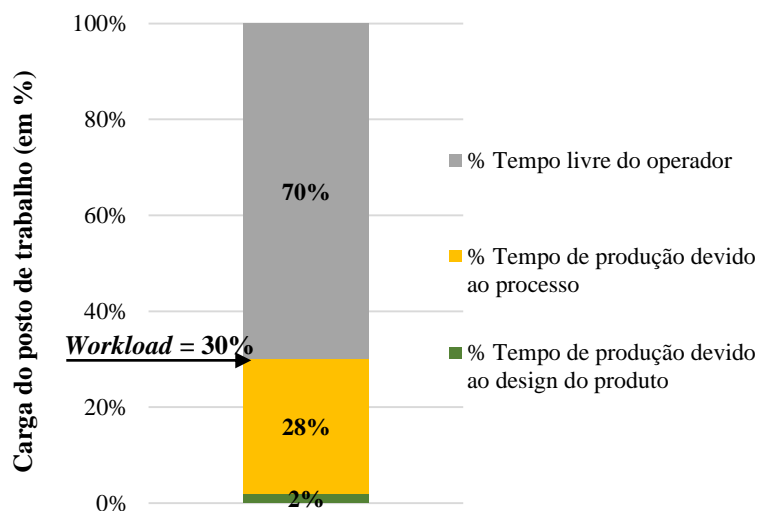


Figura A56 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EG

De seguida apresentam-se os cálculos para as cargas por modelo do posto de trabalho EG, obtidos das equações 3.7 e 3.8.

$$Workload_{MPV} = \frac{95,38}{114} \times 100 = 84\%$$

$$Workload_{Sirocco} = \frac{0}{114} \times 100 = 0\%$$

A figura A57 apresenta a carga de trabalho para o MPV no posto EG.

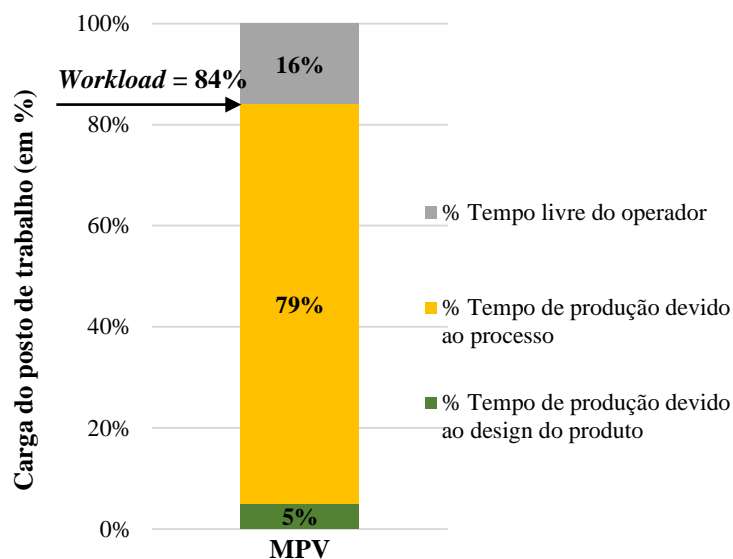


Figura A57 – Carga de trabalho do MPV para posto de trabalho EG

Verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 84%, o que corresponde a 96 segundos de operação durante os 114 segundos de tempo de ciclo.

g) Posto de trabalho EH

Este posto de trabalho, que se encontra no lado direito da estação de trabalho, executa os mesmos processos, e em simultâneo com o posto EG, que se encontra no lado esquerdo da estação.

Tabela A29 – Tempos de operação do posto de trabalho EH

Operação – Coloca proteção total no teto do MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EH1	Coloca proteção em todo o teto (teto normal)	26,28	45,49	11,95
EH2	Coloca proteção, faz o corte na zona da antena de navegação (teto normal)	3,07		1,39
EH3	Coloca proteção em todo o teto (teto normal)	32,16		14,63
EH4	Coloca proteção em todo o teto (teto panorâmico)	12,31	20,25	2,49
EH5		20,66		4,18
Total (em segundos)		94,48		34,64

Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EH, considera-se o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EH é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em mix} = 34,64 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EH tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.10.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{34,64}{1}}{114} \times 100 \approx 30\%$$

A figura A58 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EH. A carga de trabalho em *mix* de 30% corresponde a 34 segundos de operação, existindo 80 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa, tal como no posto de trabalho EG.

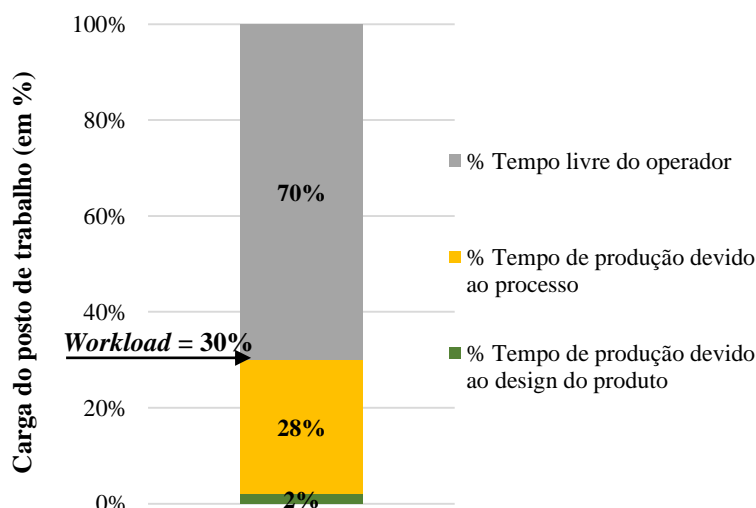


Figura A58 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EH

De seguida apresentam-se os cálculos para as cargas por modelo do posto de trabalho EH, também obtidos das equações 3.7 e 3.8.

$$Workload_{MPV} = \frac{94,48}{114} \times 100 = 83\%$$

$$Workload_{scirocco} = \frac{0}{114} \times 100 = 0\%$$

A figura A59 apresenta a carga de trabalho para o MPV no posto de trabalho EH.

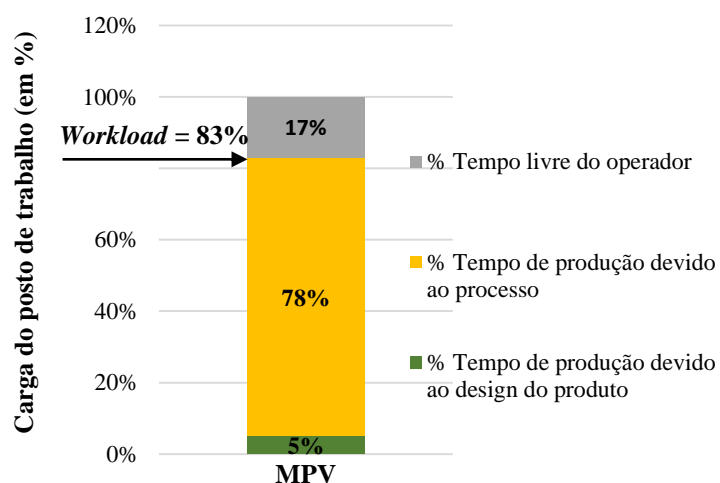


Figura A59 – Carga de trabalho do MPV para o posto de trabalho EH

Verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 83%, ou seja, de 95 segundos de operação durante os 114 segundos de tempo de ciclo.

h) Posto de trabalho EI

No posto de trabalho EI, são feitas algumas operações no interior de cada modelo. São colocadas proteções na embaladeira do lado do condutor, na gaveta da porta, como também a colocação de uma proteção no puxador da porta.

Os tempos que se encontram na tabela A30 foram obtidos a partir da análise que se encontra no anexo 21. Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EI, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela A30. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EI é calculado igualmente através da equação 3.12.

Tabela A30 – Tempos de operação do posto de trabalho EI

Operação – Preparação dos interiores do MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EI1	Média de deslocamentos para colocar interiores	48,30	86,30	41,68
EI2	Retira proteção do puxador da porta do condutor	6,60		5,69
EI3	Coloca proteção do puxador na porta do condutor	5,40		4,66
EI4	Coloca proteção no painel de entrada	10,78	73,25	7,89
EI5	Coloca proteção no painel <i>trim</i>	11,60		8,50
EI6	Coloca proteção na gaveta interior da porta	13,40	86,30	11,56
Total (em segundos)		96,08		79,98
Operação – Preparação dos interiores do <i>Scirocco</i>				
EI7	Média de deslocamentos para colocar interiores	48,30	13,70	6,61
EI8	Retira proteção do puxador da porta do condutor	6,60		0,90
EI9	Coloca proteção do puxador na porta do condutor	5,40		0,74
EI10	Coloca proteção no painel de entrada	10,78	12,55	1,35
EI11	Coloca proteção no painel <i>trim</i>	11,60		1,45
EI12	Coloca proteção na gaveta interior da porta	11,60	13,70	1,59
Total (em segundos)		94,28		12,64

Tempo operação em *mix* = 79,98 + 12,64 ≈ 93 segundos

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EI tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{93}{104} \times 100 \approx 89\%$$

figura A60 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EI. A carga de trabalho em *mix* de 89% corresponde a 103 segundos de operação, existindo 11 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

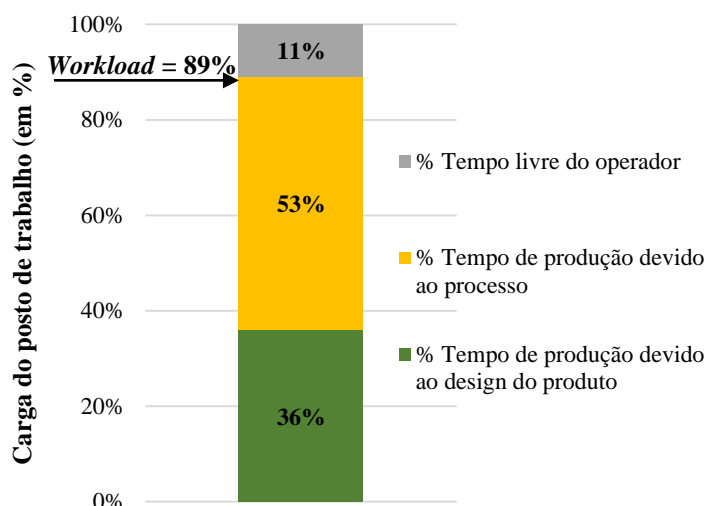


Figura A60 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EI

A tabela A31 apresenta a sequência de iterações para determinar o número de veículos por modelo afetados por dia de produção, ao posto de trabalho EI.

Tabela A31 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EI

Modelo	Volume de produção (em %)	Volume de produção (em unidades/dia)	Afetação no modelo (em %)	Volume efetivo do posto de trabalho (em unidades /dia)
<i>Sharan</i>	54,24	$504 \times 86,30\% \times 54,24\% = 236$	100	$236 \times 100\% = 236$
<i>Allambra</i>	47,76	$504 \times 86,30\% \times 45,76\% = 199$	100	$199 \times 100\% = 199$
<i>Scirocco</i>	100	$504 \times 13,70\% \times 100\% = 69$	100	$69 \times 100\% = 69$

A equação 3.14 define o cálculo do tempo de ciclo para o posto de trabalho e as equações 3.15 e 3.16 definem as cargas de trabalho.

$$\text{Tempo de ciclo Posto EI} = \frac{437 \times 2}{236 + 199 + 69} = 1,73 \text{ minutos} = 104 \text{ segundos}$$

$$\text{Workload}_{\text{MPV}} = \frac{96,08}{104} \times 100 = 92\%$$

$$\text{Workload}_{\text{Scirocco}} = \frac{94,28}{104} \times 100 = 91\%$$

A figura A61 apresenta as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*.

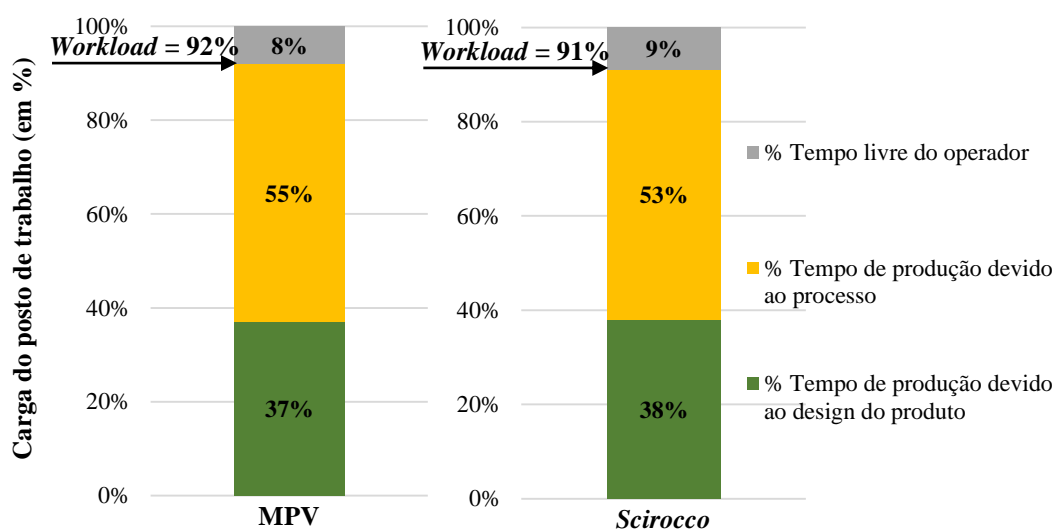


Figura A61 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EI

Verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 46%, o que corresponde a 48 segundos de operação para este modelo. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 44% o que corresponde a 46 segundos de tempo efetivo de operação em 104 segundos de ciclo de trabalho.

i) Posto de trabalho EJ

No posto de trabalho EJ, são identificados os veículos que necessitam da opção *SD card* e do colete do condutor. O operador com um *scanner* identifica a *label* que se encontra no vidro da frente do veículo. É dada a indicação em um monitor, se o veículo possui as opções referidas, em caso afirmativo, o operador faz o *picking* dos artigos na bancada auxiliar e coloca no saco de opções do veículo. Neste posto de trabalho são também colocadas proteções na zona da matrícula do veículo e proteções na porta. Estes processos são efetuados para MPV e também para o *Scirocco*.

Os tempos que se encontram na tabela A32 foram obtidos a partir da análise que se encontra no anexo 22. Na tabela A32 apresentam-se, além dos tempos de suboperação de cada modelo, a afetação em percentagem para cada suboperação, tendo em conta a produção em *mix*.

Tabela A32 – Tempos de operação do posto de trabalho EJ

Operação – Colocação do <i>SD card</i>, colete de segurança e proteções nas extremidades do MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EJ1	Média de deslocamentos para leitura <i>label</i> no carro e <i>picking</i> do <i>SD card</i> e colete	48,30	86,30	41,68
EJ2	Identifica <i>label</i> do carro com <i>scanner</i>	3,70	27,08	1,00
EJ3		4,24		1,15
EJ4		4,26		1,15
EJ5	Coloca <i>SD card</i> no carro	8,96		2,43
EJ6	Coloca colete no carro	10,22	4,18	0,43
EJ7	Pegas nas esponjas para exterior do carro	6,66	86,30	5,75
EJ8	Coloca esponja protetora na zona frontal (zona da matrícula)	7,56	73,25	5,53
EJ9	Coloca esponja protetora extremidade da porta do condutor	7,20	86,30	6,21
EJ10	Coloca esponja protetora na parte traseira do carro (zona da matrícula)	7,20	73,25	5,27
Total (em segundos)		108,30		70,60
Operação – Colocação do <i>SD card</i>, colete de segurança e das proteções nas extremidades do Scirocco				
EJ11	Média de deslocamentos para leitura <i>label</i> no carro e <i>picking</i> do <i>SD card</i>	48,30	13,70	6,61
EJ12	Identifica <i>label</i> do carro com <i>scanner</i>	3,70	9,45	0,35
EJ13		4,24		0,40
EJ14	Pega no <i>SD card</i>	4,26	9,40	0,40
EJ15	Coloca <i>SD card</i> no carro	8,96		0,84
EJ16	Coloca colete no carro	10,22	0,51	0,05
EJ17	Pega nas esponjas para exterior do carro	6,66	13,70	0,91
EJ18	Coloca esponja protetora na zona frontal (zona da matrícula)	7,56	12,55	0,95
EJ19	Coloca esponja protetora extremidade da porta do condutor	7,20	13,70	0,98
EJ20	Coloca esponja protetora na parte traseira do carro (zona da matrícula)	7,20	12,55	0,90
Total (em segundos)		108,30		12,39

Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EJ, deve-se considerar o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EJ é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em mix} = 70,60 + 12,39 \approx 83 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EE tendo em consideração o *mix* de produção é obtida através da equação 3.13.

$$\text{Workload}_{\text{mix produção}} = \frac{83}{104} \times 100 \approx 80\%$$

A figura A62 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EJ. Como se observa, a carga de trabalho em *mix* de 80% corresponde a 83 segundos de operação, existindo 21 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

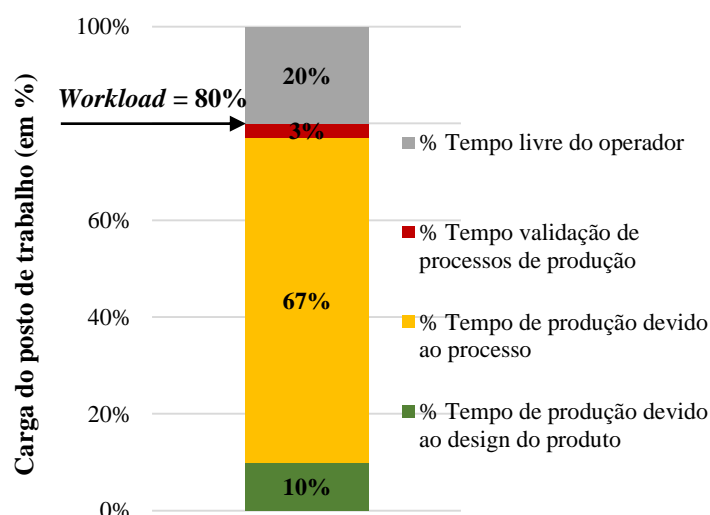


Figura A62 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EJ

A tabela A33 apresenta a sequência de iterações para determinar o número de veículos por modelo afetos por dia de produção ao posto de trabalho EJ.

Tabela A33 – Volume efetivo de produção do posto de trabalho EJ

Modelo	Volume de produção (em %)	Volume de produção (em unidades/dia)	Afetação no modelo (em %)	Volume efetivo do posto de trabalho (em unidades /dia)
<i>Sharan</i>	54,24	$504 \times 86,30\% \times 54,24\% = 236$	72,12	$236 \times 72,12\% = 170$
<i>Allambra</i>	47,76	$504 \times 86,30\% \times 45,76\% = 199$	100	$199 \times 100\% = 199$
<i>Scirocco</i>	100	$504 \times 13,70\% \times 100\% = 69$	100	$69 \times 100\% = 69$

A equação 3.14 define o cálculo do tempo de ciclo para o posto de trabalho e as equações 3.15 e 3.16 definem as cargas de trabalho.

$$\text{Tempo de ciclo Posto EJ} = \frac{437 \times 2}{170 + 199 + 69} = 2 \text{ minutos} = 120 \text{ segundos}$$

$$\text{Workload}_{\text{MPV}} = \frac{108,30}{120} \times 100 = 90\%$$

$$\text{Workload}_{\text{Scirocco}} = \frac{108,30}{120} \times 100 = 90\%$$

A figura A63 ilustra as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*.

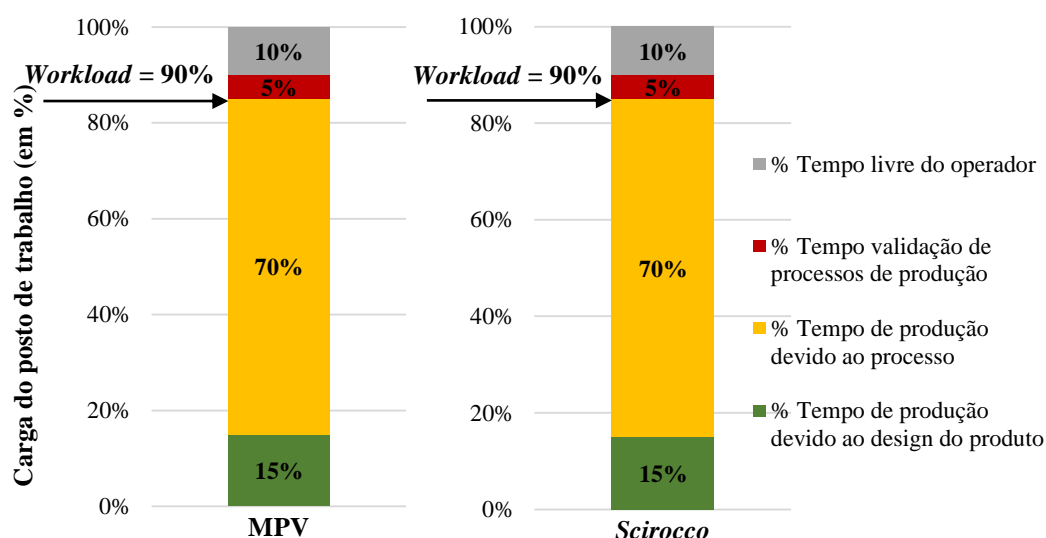


Figura A63 – Carga de trabalho por modelo do posto de trabalho EJ

Verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 90%, o que corresponde a um tempo de operação para este modelo de 108 segundos. Para o *Scirocco* os resultados são exatamente os mesmos.

j) Posto de trabalho EK

O posto de trabalho EK é de extrema importância na área de expedição da fábrica. Neste posto de trabalho o operador tem a função de verificar e identificar o veículo de acordo com o VIN (número de identificação do veículo). O operador recolhe a carta e a *label* que são impressas numa impressora (estes documentos servem para identificar o veículo), desloca-se ao veículo e confirma se o VIN deste corresponde ao da carta e da *label*, em caso afirmativo, coloca estes documentos no veículo. Este processo é de grande responsabilidade, porque é essencial que não exista um erro, o que pode ter como consequência a incorreta identificação do veículo e a sua expedição para um cliente errado.

Este posto de trabalho tem ainda afetado o processo de troca das escovas limpa para-brisas nos veículos que são expedidos para mercado especial. Estes processos são efetuados para MPV e também para o *Scirocco*.

Os tempos que se encontram na tabela A34 foram obtidos a partir da análise que se encontra no anexo 23. Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EK, considera-se mais uma vez o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela A34. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EK é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em mix} = 75,28 + 11,64 \approx 87 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EK tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{87}{1}}{104} \times 100 \approx 84\%$$

Tabela A34 – Tempos de operação do posto de trabalho EK

Operação – Troca de escovas dos veículos mercado especial e colocação de <i>labels</i> no MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EK1	Pega nas escovas <i>dummies</i> dos veículos para mercado especial	5,94	13,05	0,78
EK2	Coloca escovas <i>dummies</i> dos veículos para mercado especial	32,00		4,18
EK3	Coloca escovas originais no saco de opções do veículo	14,40		1,88
EK4	Deslocamentos para colocar <i>labels</i>	51,90	86,30	44,79
EK5	Verifica VIN <i>number</i> do veículo	7,16		6,18
EK6	Cola carta no interior do veículo	13,58		11,72
EK7	Coloca carta no interior da bagageira	6,66		5,75
Total (em segundos)		131,64		75,28
Operação – Troca de escovas dos veículos mercado especial e colocação de <i>labels</i> no Scirocco				
EK18	Pega nas escovas <i>dummies</i> dos veículos para mercado especial	5,94	1,15	0,07
EK9	Coloca escovas <i>dummies</i> dos veículos para mercado especial	32,00		0,37
EK10	Coloca escovas originais no saco de opções do veículo	29,40		0,34
EK11	Deslocamentos para colocar <i>labels</i>	51,90	13,70	7,11
EK12	Verifica VIN <i>number</i> do veículo	7,16		0,98
EK13	Cola carta no interior do veículo	13,58		1,86
EK14	Cola carta no interior da bagageira	6,66		0,91
Total (em segundos)		146,64		11,64

A figura A64 apresenta o gráfico de carga do posto de trabalho EK. A carga de trabalho em *mix* de 84% corresponde a 87 segundos de operação, existindo 17 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

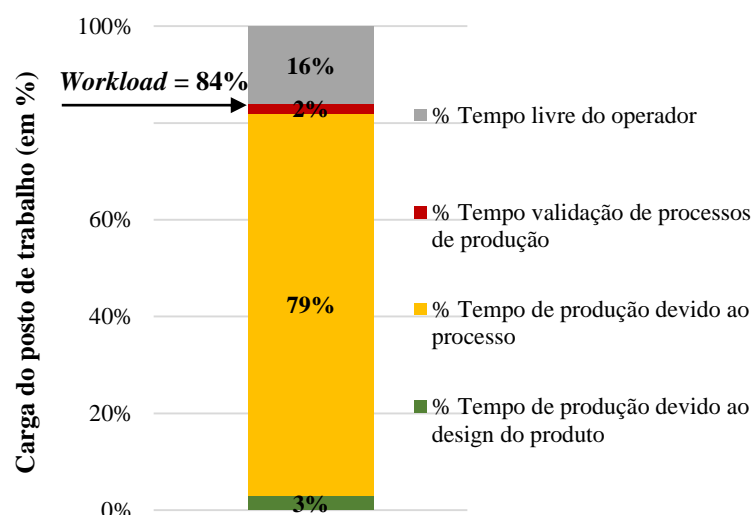


Figura A64 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EK

Neste posto de trabalho como a operação de preparação do saco de opções é feita também para 100% da produção considera-se o tempo do ciclo do posto de trabalho de 104 segundos. Pelas equações 3.15 e 3.16 calculam-se as cargas de trabalho para cada modelo.

$$Workload_{MPV} = \frac{131,64}{104} \times 100 = 127\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{146,64}{104} \times 100 = 141\%$$

A figura A65 mostra as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*.

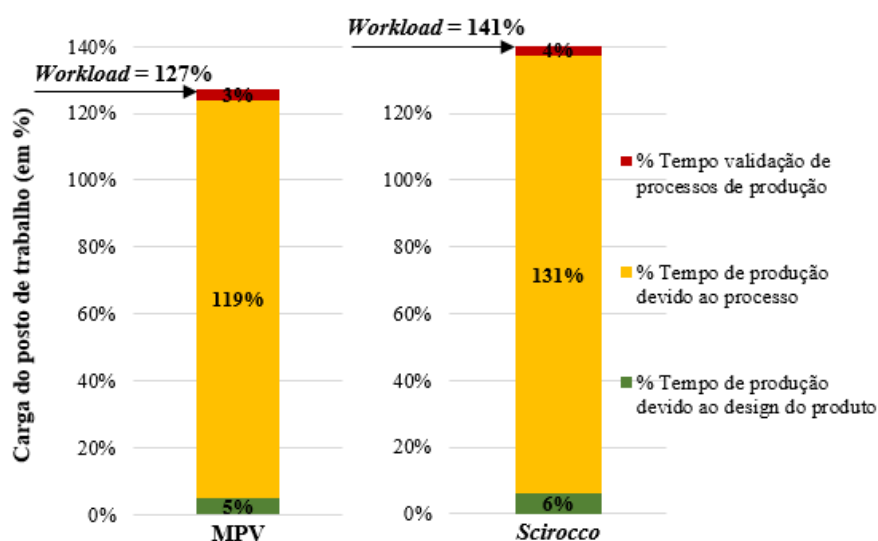


Figura A65 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EK

Analisando cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*, verifica-se que a carga do posto de trabalho apenas o MPV é de 127%, para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 141%. Estas cargas de trabalho são expeáveis e não são preocupantes. Neste posto de trabalho o operador pode deslocar-se vários metros, devido ao fato de ter que identificar o VIN do veículo em qualquer uma das dezoito estações de trabalho existentes. Tendo a área da expedição cerca de 847 m², o tempo de operação está influenciado por estes deslocamentos.

k) Posto de trabalho EL

No posto de trabalho EL, o operador verifica através de uma carta quais são as opções que o veículo necessita. Após essa verificação, prepara um saco com todas as opções anotadas na carta, este saco é selado e colocado na mala do veículo. As opções são várias: *kit* de ferramentas, *kit* de primeiros socorros, *kit* de limpeza dos bancos do veículo, tapetes, manual de bordo. Estas opções variam de acordo com o pré-especificado pelo cliente. Estes processos são efetuados para MPV e também para o *Scirocco*.

Os tempos que se encontram na tabela A35 foram obtidos a partir da análise que se encontra no anexo 24.

Para calcular a carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EL, considera-se mais uma vez o tempo efetivo total de operação que se encontra na tabela A35. O cálculo tempo de operação em *mix* do posto de trabalho EL é calculado igualmente através da equação 3.12.

$$\text{Tempo operação em mix} = 84,53 + 14,83 \approx 99 \text{ segundos}$$

O cálculo da carga de trabalho efetiva do posto de trabalho EL tendo em consideração o *mix* de produção, é obtida através da equação 3.13.

$$Workload_{mix \text{ produção}} = \frac{\frac{99}{1}}{104} \times 100 \approx 95\%$$

Tabela A35 – Tempos de operação do posto de trabalho EL

Operação – Preparação do saco com as opções do MPV				
Suboperação	Designação	Tempo (em seg.)	Afetação no <i>mix</i> (em %)	Tempo efetivo (em seg.)
EL1	Deslocamentos para preparar o saco de opções	42,00	86,30	36,25
EL2	Verificação da carta de opções do veículo	26,78		23,11
EL3	Coloca conjunto de ferramentas no saco de opções	5,58	66,98	3,74
EL4	Coloca <i>kit</i> de primeiros socorros no saco de opções	5,04	10,42	0,53
EL5	Coloca tapetes no saco de opções	9,32	45,93	4,28
EL6	Coloca recipiente de resíduos do veículo no saco de opções	8,10	44,72	3,62
EL7	Coloca isqueiro de fumador no saco de opções	3,42	50,65	1,73
EL8	Coloca manual de bordo do veículo no saco de opções	3,42	86,30	2,95
EL9	Coloca <i>kit</i> de limpeza do veículo no saco de opções	3,24	31,66	1,02
EL10	Verifica se o saco de opções está completo	8,46	86,30	7,30
Total (em segundos)		115,36		84,53
Operação – Preparação do saco com as opções do <i>Scirocco</i>				
EL11	Deslocamentos para preparar o saco de opções	42,00	13,70	5,75
EL12	Verificação da carta de opções do veículo	26,78		3,66
EL13	Coloca parafuso de segurança no saco de opções	6,48		0,88
EL14	Coloca <i>kit</i> de primeiros socorros no saco de opções	5,04	1,50	0,076
EL15	Coloca tapetes no saco de opções	9,32	12,04	1,12
EL16	Coloca isqueiro de fumador no saco de opções	3,42	3,00	0,10
EL17	Coloca manual de bordo do veículo no saco de opções	3,42	13,70	0,47
EL18	Coloca <i>kit</i> de limpeza do veículo no saco de opções	3,24	5,10	0,17
EL19	Verifica se o saco de opções está completo	18,96	13,70	2,60
Total (em segundos)		118,66		14,83

A figura A66 mostra o gráfico de carga do posto de trabalho EL. A carga de trabalho em *mix* de 95% corresponde a 99 segundos de operação, existindo apenas 5 segundos em que o operador não executa qualquer tarefa.

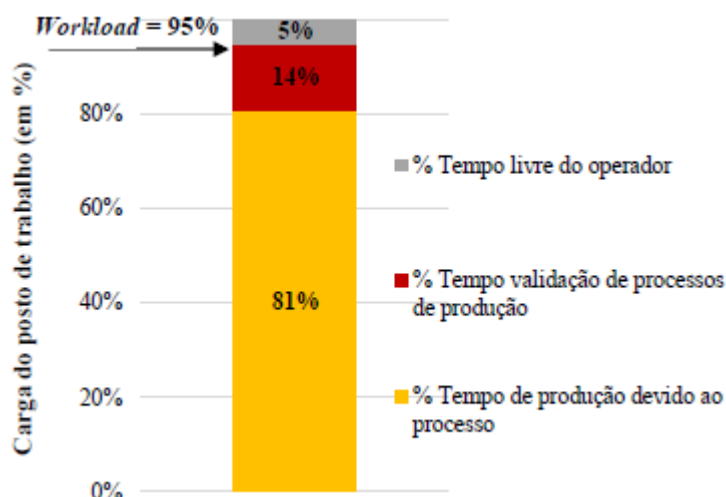


Figura A66 – Carga de trabalho em *mix* do posto de trabalho EL

Neste posto de trabalho como a operação de preparação do saco de opções é feita também para 100% da produção considera-se o tempo do ciclo do posto de trabalho de 104 segundos. Pelas equações 3.15 e 3.16 calculam-se as cargas de trabalho para cada modelo.

$$Workload_{MPV} = \frac{115,36}{104} \times 100 = 111\%$$

$$Workload_{Scirocco} = \frac{118,66}{104} \times 100 = 114\%$$

A figura A67 ilustra as cargas de trabalho para o MPV e para o *Scirocco*.

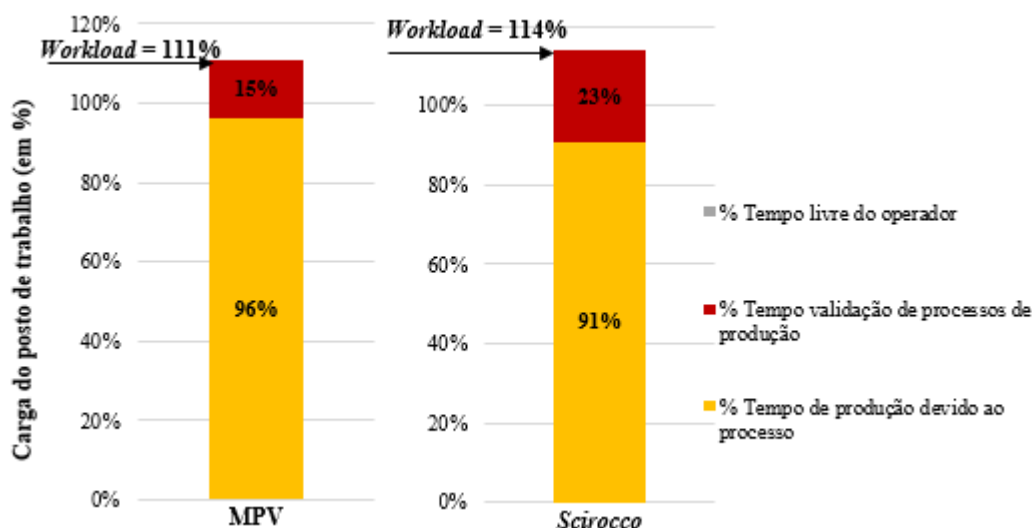



Figura A67 – Carga de trabalho por modelo para o posto de trabalho EL

Analisando cargas de trabalho para o MPV e para *Scirocco*, verifica-se que a carga do posto de trabalho para o MPV é de 111%. Para o *Scirocco* a carga de trabalho é de 114%. Estas cargas de trabalho também estão influenciadas pelos deslocamentos que o operador pode ter de fazer, tendo em conta, a estação de trabalho de entre as dezoito, em que o veículo se encontre.

Anexo 5. Análise MTM-UAS do posto de trabalho A

Tabela A36 – Suboperação A1 do posto de trabalho A


Suboperação A1-MPV: Limpeza da embaladeira da frente direita com benzina		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A1 = 14,58 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no papel de limpeza	AB2	2	03
Enrola papel	ZB1	4	03
Humedece papel com <i>wash benzin</i>	ZD	4	03
Desloca-se até à porta frontal direita	KA	2	04
Abre a porta frontal direita	BA2	1	03
Limpa interior da embaladeira frontal direita	ZB2	4	01

Calcula-se o tempo da suboperação A1, através da seguinte iteração de cálculos:

TMU da suboperação A1 = $45 \times 2 + 10 \times 4 + 20 \times 4 + 25 \times 2 + 25 \times 1 + 30 \times 4 = 405$ TMU

Tempo suboperação A1 = $405 \times 0,036 = 14,58$ segundos

Tabela A37 – Suboperação A2 do posto de trabalho A


Suboperação A2-MPV: Limpeza flanges janela triangular direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A2 = 3,78 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à janela lateral triangular direita	KA	3	04
Limpa flanges da janela triangular direita	ZB2	1	01

A tabela A37 apresenta a análise da suboperação A2. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A2} = 25 \times 3 + 30 \times 1 = 105 \text{ TMU}$$

$$\text{Tempo suboperação A2} = 105 \times 0,036 = 3,78 \text{ segundos}$$

Tabela A38 – Suboperação A3 do posto de trabalho A


Suboperação A3-MPV: Limpeza da embaladeira traseira direita com benzina		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A3 = 6,57 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à porta traseira direita	KA	1.5	04
Abre a porta traseira direita	BA2	1	03
Limpa interior da embaladeira traseira direita	ZB2	4	01

A tabela A38 apresenta a análise da suboperação A3. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A3} = 25 \times 1.5 + 25 \times 1 + 30 \times 4 = 182,5 \text{ TMU}$$

$$\text{Tempo suboperação A3} = 182,5 \times 0,036 = 6,57 \text{ segundos}$$

Tabela A39 – Suboperação A4 do posto de trabalho A


Suboperação A4-MPV: Limpeza flanges janela lateral direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A4 = 4,59 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se janela lateral direita	KA	1.5	04
Limpa flanges da janela lateral direita	ZB2	2	01
Limpa zona montagem do <i>adapter</i>	ZB2	1	01

A tabela A39 apresenta a análise da suboperação A4. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A4} = 25 \times 1.5 + 30 \times 2 + 30 \times 1 = 127,5 \text{ TMU}$$

$$\text{Tempo suboperação A4} = 127,5 \times 0,036 = 4,59 \text{ segundos}$$

Tabela A40 – Suboperação A5 do posto de trabalho A


Suboperação A5-MPV: Limpeza flanges óculo traseiro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A5 = 5,04 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à zona traseira do carro	KA	2	04
Limpa flange do óculo traseiro	ZB2	3	01

A tabela A40 apresenta a análise da suboperação A5. Efetuando os cálculos tem-se:

TMU da suboperação A5 = $25 \times 2 + 30 \times 3 = 140$ TMU

Tempo suboperação A5 = $140 \times 0,036 = 5,04$ segundos

Tabela A41 – Suboperação A6 do posto de trabalho A


Suboperação A6-MPV: Limpeza flanges janela lateral esquerda		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A6 = 12,15 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no papel de limpeza	AB2	2	03
Enrola o papel	ZB1	4	03
Humedece papel com <i>wash benzin</i>	ZD	4	03
Desloca-se ao carro	KA	1.5	04
Limpa flanges janela lateral esquerda	ZB2	2	01
Limpa zona montagem do <i>adapter</i>	ZB2	1	01

A tabela A41 apresenta a análise da suboperação A6. Efetuando os cálculos tem-se:

TMU da suboperação A6 = $45 \times 2 + 10 \times 4 + 20 \times 4 + 25 \times 1.5 + 30 \times 2 + 30 \times 1 = 337.5$

Tempo suboperação A6 = $337.5 \times 0,036 = 12,15$ segundos

Tabela A42 – Suboperação A7 do posto de trabalho A


Suboperação A7-MPV: Limpeza da embaladeira traseira esquerda com benzina		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A7 = 7,02 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à porta traseira esquerda	KA	2	04
Abre porta traseira esquerda	BA2	1	03
Limpa interior da embaladeira traseira esquerda	ZB2	4	01

A tabela A42 apresenta a análise da suboperação A7. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A7} = 25 \times 2 + 25 \times 1 + 30 \times 4 = 195$$

$$\text{Tempo suboperação A7} = 195 \times 0,036 = 7,02 \text{ segundos}$$

Tabela A43 – Suboperação A8 do posto de trabalho A


Suboperação A8-MPV: Limpeza da embaladeira da frente esquerda com benzina		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A8 = 8,64 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à porta da frente esquerda	KA	3	04
Abre porta frontal esquerda	BA2	1	03
Limpa interior da embaladeira frontal esquerda	ZB2	4	01
Coloca papel de limpeza em local próprio	PA2	1	03

A tabela A43 apresenta a análise da suboperação A8. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A8} = 25 \times 3 + 25 \times 1 + 30 \times 4 + 20 \times 1 = 240$$

$$\text{Tempo suboperação A8} = 240 \times 0,036 = 8,64 \text{ segundos}$$

Tabela A44 – Suboperação A9 do posto de trabalho A


Suboperação A9-MPV: Limpeza flanges janela triangular esquerda		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A9 = 3,78 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se janela lateral triangular esquerda	KA	3	04
Limpa flanges da janela triangular esquerda	ZB2	1	01

A tabela A44 apresenta a análise da suboperação A9. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A9} = 25 \times 3 + 30 \times 1 = 105$$

$$\text{Tempo suboperação A9} = 105 \times 0,036 = 3,78 \text{ segundos}$$

Tabela A45 – Suboperação A11 do posto de trabalho A

Suboperação A11-Scirocco: Limpeza da embaladeira direita com benzina		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A11 = 14,94 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no papel de limpeza	AB2	2	03
Enrola o papel	ZB1	4	03
Humedece papel com <i>wash benzin</i>	ZD	4	03
Desloca-se até porta frontal direita	KA	2	04
Retira fita da porta (proveniente zona produtiva da pintura)	ZB1	1	01
Abre a porta frontal	BA2	1	03
Limpa interior embaladeira direita	ZB2	4	01


A tabela A45 apresenta a análise da suboperação A11. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A11} = 45 \times 2 + 10 \times 4 + 20 \times 4 + 25 \times 2 + 10 \times 1 + 25 \times 1 + 30 \times 4$$

$$\Leftrightarrow \text{TMU da suboperação A11} = 415$$

$$\text{Tempo suboperação A11} = 415 \times 0,036 = 14,94 \text{ segundos}$$

Tabela A46 – Suboperação A12 do posto de trabalho A

Suboperação A12-Scirocco: Limpeza flanges para-brisas direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A12 = 9,54 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à zona frontal do carro	KA	3	04
Limpa flange inferior	ZB2	2	01
Limpa flange direita	ZB2	1	01
Desloca-se até porta frontal direita	KA	2	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Limpa flange superior direita	ZB2	1	01
Fecha a porta	ZB1	1	03


A tabela A46 apresenta a análise da suboperação A12. Efetuando os cálculos tem-se:

TMU da suboperação A12 = $25 \times 3 + 30 \times 2 + 30 \times 1 + 25 \times 2 + 10 \times 1 + 30 \times 1 + 10 \times 1$

\Rightarrow TMU da suboperação A12 = 265

Tempo suboperação A12 = $265 \times 0,036 = 9,54$ segundos

Tabela A47 – Suboperação A13 do posto de trabalho A


Suboperação A13-Scirocco: Limpeza flange janela traseira direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A13 = 3,51 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até zona lateral direita	KA	1.5	04
Limpa flanges da janela direita	ZB2	2	01

A tabela A47 apresenta a análise da suboperação A13. Efetuando os cálculos tem-se:

TMU da suboperação A13 = $25 \times 1,5 + 30 \times 2 = 97,5$

Tempo suboperação A13 = $97,5 \times 0,036 = 3,51$ segundos

Tabela A48 – Suboperação A14 do posto de trabalho A


Suboperação A14-Scirocco: Limpeza flange óculo traseiro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A14 = 5,04 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à zona traseira do carro	KA	2	04
Limpa flange do óculo traseiro	ZB2	3	01

A tabela A48 apresenta a análise da suboperação A14. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A14} = 25 \times 2 + 30 \times 3 = 140$$

$$\text{Tempo suboperação A14} = 140 \times 0,036 = 5,04 \text{ segundos}$$

Tabela A49 – Suboperação A15 do posto de trabalho A


Suboperação A15-Scirocco: Limpeza flange da janela traseira esquerda		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A15 = 10,35 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no papel de limpeza	AB2	2	03
Enrola o papel	ZB1	4	03
Humedece papel com <i>wash benzin</i>	ZD	3	03
Desloca-se até lado esquerdo do carro	KA	1.5	04
Limpa flanges da janela	ZB2	2	01

A tabela A49 apresenta a análise da suboperação A15. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A15} = 45 \times 2 + 10 \times 4 + 20 \times 3 + 25 \times 1,5 + 30 \times 2 = 287,5$$

$$\text{Tempo suboperação A15} = 287,5 \times 0,036 = 10,35 \text{ segundos}$$

Tabela A50 – Suboperação A16 do posto de trabalho A


Suboperação A16-Scirocco: Limpeza da embaladeira esquerda com benzina		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A16 = 9,00 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à porta esquerda	KA	3	04
Retira fita da porta (proveniente zona produtiva da pintura)	ZB1	1	01
Abre a porta frontal	BA2	1	03
Limpa interior da embaladeira esquerda	ZB2	4	01
Coloca papel em local apropriado	PA2	1	03

A tabela A50 apresenta a análise da suboperação A16. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A16} = 25 \times 3 + 10 \times 1 + 25 \times 1 + 30 \times 4 + 20 \times 1 = 250$$

$$\text{Tempo suboperação A16} = 250 \times 0,036 = 9,00 \text{ segundos}$$

Tabela A51 – Suboperação A17 do posto de trabalho A

Suboperação A17-Scirocco: Limpeza flanges para-brisas esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação A17 = 12,60 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à porta frontal esquerda	KA	6	04
Limpa flange inferior	ZB2	2	01
Limpa flange direita	ZB2	1	01
Desloca-se até à porta esquerda	KA	2	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Limpa flange superior direita	ZB2	1	01
Fecha a porta	ZB1	1	03
Coloca papel e local apropriado	PA1	1	03

A tabela A51 apresenta a análise da suboperação A17. Efetuando os cálculos tem-se:

$$\text{TMU da suboperação A17} =$$

$$= 25 \times 6 + 30 \times 2 + 30 \times 1 + 25 \times 2 + 10 \times 1 + 30 \times 1 + 10 \times 1 + 10 \times 1$$

$$\leq \text{TMU da suboperação A17} = 350$$

$$\text{Tempo suboperação A17} = 350 \times 0,036 = 12,60 \text{ segundo}$$

Anexo 6. Análise MTM-UAS do posto de trabalho B

Tabela A52 – Suboperação B1 do posto de trabalho B


Suboperação B1-MPV: Colar <i>labels</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação B1= 23,67 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à impressora	KA	2	04
Retira conjunto de 4 <i>labels</i>	AB2	1	01
Desloca-se até à mesa de apoio	KA	1.5	04
Coloca 2 <i>labels</i> em 2 <i>wrap guard</i> , respetivamente	AB2	4	01
Desloca-se até ao <i>front fender</i> esquerdo	KA	2	04
Cola 1 <i>wrap guard</i> no <i>front fender</i>	AB2	1	01
Desloca-se até à porta frontal esquerda	KA	1	01
Abre a porta	ZB1	1	03
Retira <i>label</i> da película e cola no interior da porta frontal	AB2	1	01
Desloca-se até à porta traseira esquerda	KA	1	01
Abre a porta	ZB1	1	01
Retira <i>label</i> da película e cola no interior da porta traseira	AB2	1	01
Desloca-se até ao <i>fender</i> traseiro esquerdo	KA	1	04
Cola <i>wrap guard</i> no <i>fender</i> traseiro	AB2	1	01
Coloca película em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A53 – Suboperação B2 do posto de trabalho B


Suboperação B2-MPV: Colar proteção no <i>front fender</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação B2 = 4,68 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à <i>rack</i>	KA	3	04
Retira proteção para o <i>fender</i> interior e fixa a proteção no <i>fender</i> interior	AC2	1	00

Tabela A54 – Suboperação B3 do posto de trabalho B


Suboperação B3-MPV: Colocar insonorizantes no interior do carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação B3 = 5,94 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à <i>rack</i> pega em 2 insonorizantes e desloca-se ao carro	KA	3	04
Coloca insonorizantes no interior do carro	AB2	2	03

Tabela A55 – Suboperação B4 do posto de trabalho B



Suboperação B4-MPV: Colocar proteções na embaladeira da frente		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação B4 = 12,78 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega 1 proteção	AB2	1	03
Desloca-se até ao carro	KA	1	04
Abre a porta frontal	ZB1	1	03
Coloca a proteção na embaladeira	PB2	1	03
Desloca-se até à mesa de apoio	KA	1	04
Retira três fitas	ZB2	3	01
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Aplica fita na proteção	ZD	1	01
Fecha porta	ZB1	1	03

Tabela A56 – Suboperação B5 do posto de trabalho B

Suboperação B5-MPV: Colocar proteções na embaladeira traseira		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação B5 = 22,14 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega 1 proteção	AB2	1	03
Desloca-se até ao carro	KA	2	04
Abre a porta da frente	ZB1	1	03
Coloca proteção na embaladeira	PB2	1	03
Desloca-se até à mesa de apoio	KA	2	04

Retira 2 fitas	AA1	2	01
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Aplica fita na proteção	ZD	2	01
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega proteção pilar C e batente de borracha	AB2	2	01
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Coloca proteção no pilar C	PB2	1	03
Encaixa batente na porta traseira	ZD	1	01
Fecha porta traseira	ZB1	1	03

Tabela A57 – Suboperação B6 do posto de trabalho B


Suboperação B6-Scirocco: Colar <i>labels</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação B6 = 14,13 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à impressora	KA	2	04
Retira 2 <i>labels</i>	AB2	1	01
Desloca-se até à mesa apoio	KA	1.5	04
Cola 1 <i>label</i> em 1 <i>wrap guard</i>	AB2	2	01
Desloca-se até ao carro	KA	2	04
Cola 1 <i>wrap guard</i> no <i>front fender</i>	AB2	1	01
Abre a porta	ZB1	1	03
Cola <i>label</i> no interior da porta frontal	AB2	1	01
Coloca películas das <i>labels</i> em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A58 – Suboperação B7 do posto de trabalho B



Suboperação B7-Scirocco: Retirar batente da porta esquerda		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação B7 = 3,06 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Retirar batente da porta (proveniente da área produtiva da pintura)	AA2	1	03
Desloca-se até à <i>rack</i> e coloca batente na caixa de retorno	KA	2	04

Tabela A59 – Suboperação B8 do posto de trabalho B

Suboperação B8-Scirocco: Colocar proteções na embaladeira		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação B8 = 4,50 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega na proteção	AB2	1	03
Desloca-se até ao carro	KA	2	04
Posiciona proteção na embaladeira esquerda	PA2	1	03
Fecha a porta	ZB1	1	03

Anexo 7. Análise MTM-UAS do posto de trabalho C

Tabela A60 – Suboperação C1 do posto de trabalho C

Suboperação C1-MPV: Colar <i>labels</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação C1 = 25,29 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes) ^a	Classificação
Desloca-se até à impressora	KA	2	04
Retira conjunto de 5 <i>labels</i>	AB2	1	01
Desloca-se até à mesa de apoio	KA	1.5	04
Cola 2 <i>labels</i> em 2 <i>wrap guard</i> , respetivamente	AB2	4	01
Desloca-se até ao <i>front fender</i>	KA	2	04
Colar <i>wrap guard</i> no <i>front fender</i>	AB2	1	01
Desloca-se até à porta direita	KA	1	04
Cola <i>label</i> na porta, na zona do retrovisor	AB2	1	01
Abre a porta	ZB1	1	03
Cola <i>label</i> no interior da porta frontal	AB2	1	01
Desloca-se até porta traseira	KA	1	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Retira película e cola no interior da porta traseira	AB2	1	01
Desloca-se ao <i>fender</i> traseiro	KA	1	04
Cola <i>wrap guard</i> no <i>fender</i> traseiro	AB2	1	01
Coloca películas das <i>labels</i> em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A61 – Suboperação C2 do posto de trabalho C



Suboperação C2-MPV: Colocar proteções na embaladeira frontal		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação C2 = 12,78 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega na proteção	AB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	1	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Coloca a proteção na embaladeira	PB2	1	03
Desloca-se até à mesa de apoio	KA	1	04
Retira 3 fitas	ZB2	3	01
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Aplica fita na proteção	ZD	1	01
Fecha a porta	ZB1	1	03

Tabela A62 – Suboperação C3 do posto de trabalho C

Suboperação C3-MPV: Colocar proteções na embaladeira traseira		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação C3 = 16,74 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao <i>rack</i>	KA	2	04
Pega na proteção	AB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	1	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Coloca a proteção na embaladeira	PB2	1	03
Pega em 2 fitas	AA1	2	03
Coloca fitas na proteção	ZD	2	01

Desloca-se à <i>rack</i>	KA	1	04
Pega na proteção do pilar C e no batente de borracha	AB2	2	03
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Coloca proteção no pilar C	PB2	1	03
Encaixa batente na porta traseira	ZD	1	03
Fecha a porta traseira	ZB1	1	03

Tabela A63 – Suboperação C4 do posto de trabalho C


Suboperação C4-MPV: Colocar insonorizantes no interior do carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação C4 = 5,94 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à <i>rack</i> pega em 2 insonorizantes e desloca-se ao carro	KA	3	04
Coloca insonorizantes no interior do carro	AB2	2	03

Tabela A64 – Suboperação C5 do posto de trabalho C


Suboperação C5-Scirocco: Colar <i>labels</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação C5 = 15,75 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à impressora	KA	2	04
Retirar 3 <i>labels</i>	AB2	1	01
Desloca-se até à mesa apoio	KA	1.5	04
Cola 1 <i>label</i> em 1 <i>wrap guard</i>	AB2	2	01
Desloca-se até ao carro	KA	2	04
Cola 1 <i>wrap guard</i> no <i>front fender</i>	AB2	1	01
Retira <i>label</i> da película e cola na zona do retrovisor	AB2	1	01
Abre a porta	ZB1	1	03
Retira <i>label</i> da película e cola no interior da porta direita	AB2	1	01
Colocar películas em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A65 – Suboperação C6 do posto de trabalho C



Suboperação C6-Scirocco: Retirar batente da porta direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação C6 = 3,06 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Retirar batente da porta (proveniente da área produtiva da pintura)	AA2	1	03
Desloca-se até à <i>rack</i> e coloca batente na caixa de retorno	KA	2	04

Tabela A66 – Suboperação C7 do posto de trabalho C

Suboperação C7-Scirocco: Colocar proteções na embaladeira direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação C7 = 4,50 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pegar na proteção	AB2	1	03
Desloca-se até ao carro	KA	2	04
Posiciona proteção na embaladeira direita	PA2	1	03
Fecha a porta	ZB1	1	03

Anexo 8. Posto de trabalho D

Tabela A67 – Suboperação D1 do posto de trabalho D

Suboperação D1-MPV: Preparação fitas para colocação nas portas		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D1 = 25,20 segundos
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao dispensador de fita	KA	3	04
Pega na <i>handtool</i>	HA2	1	03
Retira 9 fitas do dispensador e coloca na <i>handtool</i>	AB2	9	03
Tempo de processo	PTSEC=0,5	9	03
Desloca-se ao carro	KA	2	04

Tabela A68 – Suboperação D2 do posto de trabalho D


Suboperação D2-MPV: Colocar fitas nas duas portas		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D2 = 32,76 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega em 4 fitas da <i>handtool</i>	AB1	4	03
Posicionar 4 fitas no arco da porta da frente	PC2	4	03
Colar as 4 fitas	ZD	4	03
Desloca-se até à porta traseira	KA	2	04
Pega em 5 fitas da <i>handtool</i>	AB1	5	03
Posicionar 5 fitas na porta traseira	PC2	5	03
Colar 5 fitas	ZD	5	03
Deslocar-se até à <i>rack</i> e colocar <i>handtool</i> em local apropriado	KA	2	04

Tabela A69 – Suboperação D3 do posto de trabalho D


Suboperação D3-MPV: Colocar proteção no <i>fender</i> esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D3 = 6,12 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega na proteção do <i>fender</i> esquerdo	AB2	1	03
Desloca-se até ao carro	KA	1	04
Posiciona proteção no <i>fender</i>	PC1	1	03
Ajusta proteção no <i>fender</i>	ZB2	1	03
Fixa encaixe da proteção no interior do <i>fender</i>	ZD	2	03

Tabela A70 – Suboperação D4 do posto de trabalho D


Suboperação D4-MPV: Colocar proteção no pilar B		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D4 = 11,52 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega na proteção do pilar B	AB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Abre a porta da frente	ZB1	1	03
Desloca-se à porta traseira	KA	2	04
Abre a porta traseira	ZB1	1	03
Coloca proteção no pilar B do carro	PC2	1	03
Fixa proteção	ZD	1	03
Fecha ambas as portas	ZB1	2	03
Desloca-se	KA	1	04

Tabela A71 – Suboperação D5 do posto de trabalho D


Suboperação D5-MPV: Colocar <i>wrap guard</i> acima do <i>adapter</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D5 = 14,94 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega no rolo de fita	AB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	4	04
Desenrola a fita	ZB2	1	03
Posiciona fita na zona acima do <i>adapter</i>	PC2	1	03
Colar a fita	ZD	1	03
Ajustar a fita com a mão	ZB2	2	03
Cortar a fita com a mão	ZD	1	03
Desloca-se à <i>rack</i> e coloca fita em local apropriado	KA	2	04

Tabela A72 – Suboperação D6 do posto de trabalho D



Suboperação D6-Scirocco: Colocar proteção no <i>fender</i> esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D6 = 11,97 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega na proteção do <i>fender</i> esquerdo	AB2	1	03
Pega na proteção da porta da frente	AB2	1	03
Pega <i>wrap guard</i>	AB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Posiciona proteção no <i>fender</i>	PB2	1	03
Ajusta proteção	ZB1	1	03
Coloca proteção no <i>fender</i>	ZD	1	03
Desloca-se	KA	1.5	04

Tabela A73 – Suboperação D7 do posto de trabalho D

Suboperação D7-Scirocco: Colocar proteção da porta esquerda no <i>conveyor</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D7 = 3,24 segundos
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Inclina-se	KB	1	04
Coloca proteção no braço do <i>conveyor</i>	PB2	1	03

Tabela A74 – Suboperação D8 do posto de trabalho D

Suboperação D8-Scirocco: Colar <i>wrap guard</i> acima do puxador da porta		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D8 = 1,98 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posicionar e colar <i>wrap guard</i> na zona acima do puxador da porta esquerda	AC2	1	03

Anexo 9. Posto de trabalho E

Tabela A75 – Suboperação E1 do posto de trabalho E

Suboperação E1-MPV: Preparação fitas para colocação nas portas		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação E1 = 25,20 segundos
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao dispensador de fita	KA	3	04
Pega na <i>handtool</i>	HA2	1	03
Retira 9 fitas do dispensador e coloca na <i>handtool</i>	AB2	9	03
Tempo de processo	PTSEC=0,5	9	03
Desloca-se ao carro	KA	2	04

Tabela A76 – Suboperação E2 do posto de trabalho E


Suboperação E2-MPV: Colocar fitas nas duas portas		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação E2 = 32,76 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega em 4 fitas da <i>handtool</i>	AB1	4	03
Posicionar 4 fitas no arco da porta da frente	PC2	4	03
Colar as 4 fitas	ZD	4	03
Desloca-se até à porta traseira	KA	2	04
Pega em 5 fitas da <i>handtool</i>	AB1	5	03
Posicionar 5 fitas na porta traseira	PC2	5	03
Colar 5 fitas	ZD	5	03
Deslocar-se até à <i>rack</i> e colocar <i>handtool</i> em local apropriado	KA	2	04

Tabela A77 – Suboperação E3 do posto de trabalho E


Suboperação E3-MPV: Colocar proteção no <i>fender</i> esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação E3 = 6,12 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega na proteção do <i>fender</i> direito	AB2	1	03
Desloca-se até ao carro	KA	1	04
Posiciona proteção no <i>fender</i>	PC1	1	03
Ajusta proteção no <i>fender</i>	ZB2	1	03
Fixa encaixe da proteção no interior do <i>fender</i>	ZD	2	03

Tabela A78 – Suboperação E4 do posto de trabalho E


Suboperação E4-MPV: Colocar proteção no pilar B		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação E4 = 11,52 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega na proteção do pilar B	AB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Abre a porta da frente	ZB1	1	03
Desloca-se à porta traseira	KA	2	04
Abre a porta traseira	ZB1	1	03
Coloca proteção no pilar B do carro	PC2	1	03
Fixa proteção	ZD	1	03
Fecha ambas as portas	ZB1	2	03
Desloca-se	KA	1	04

Tabela A79 – Suboperação E5 do posto de trabalho E


Suboperação E5-MPV: Colocar <i>wrap guard</i> acima do <i>adapter</i> direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação E5 = 14,94 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega no rolo de fita	AB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	4	04
Desenrola a fita	ZB2	1	03
Posiciona fita na zona acima do <i>adapter</i>	PC2	1	03
Colar a fita	ZD	1	03
Ajustar a fita com a mão	ZB2	2	03
Cortar a fita com a mão	ZD	1	03
Desloca-se à <i>rack</i> e coloca fita em local apropriado	KA	2	04

Tabela A80 – Suboperação E6 do posto de trabalho E


Suboperação E6-MPV: <i>Picking</i> de 2 <i>brackets</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação E6 = 11,88 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega em 2 peças <i>brackets</i>	AB2	2	03
Pega em 2 peças <i>brackets</i> do <i>roof</i>	AB2	2	03
Desloca-se ao carro e coloca peças na zona da mala	KA	4	04

Tabela A81 – Suboperação E7 do posto de trabalho E



Suboperação E7-Scirocco: Colocar proteção no fender direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação E8 = 11,97 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04
Pega na proteção do fender direito	AB2	1	03
Pega na proteção da porta da frente	AB2	1	03
Pega <i>wrap guard</i>	AB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Posiciona proteção no <i>fender</i>	PB2	1	03
Ajusta proteção	ZB1	1	03
Coloca proteção no <i>fender</i>	ZD	1	03
Desloca-se	KA	1.5	03

Tabela A82 – Suboperação E8 do posto de trabalho E

Suboperação E8-Scirocco: Colocar proteção da porta direita no <i>conveyor</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação E9 = 3,24 segundos
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Inclina-se	KB	1	04
Coloca proteção no braço do <i>conveyor</i>	PB2	1	03

Tabela A83 – Suboperação E9 do posto de trabalho E

Suboperação E10-Sci: Colar <i>wrap guard</i> acima do puxador da porta		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação D8 = 1,98 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posicionar e colar <i>wrap guard</i> na zona acima do puxador da porta esquerda	AC2	1	03

Anexo 10. Posto de trabalho F

Tabela A84 – Suboperação F1 do posto de trabalho F


Suboperação F1-MPV: Colocar <i>E-box</i> no <i>conveyor</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação F1 = 8,28 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	3	04
Pega na <i>handtool</i>	HB2	1	03
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Coloca <i>E-box</i> no braço do <i>conveyor</i>	AB2	1	03

Tabela A85 – Suboperação F2 do posto de trabalho F


Suboperação F2-MPV: Retirar fita de mascaramento das roscas dos bancos traseiro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação F2 = 5,40 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Remove 2 fitas de mascaramento das roscas dos bancos traseiros com raspadeira	ZB1	2	01
	ZD	2	01
Coloca <i>handtool</i> no bolso	PA2	1	03
Coloca fita em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A86 – Suboperação F3 do posto de trabalho F


Suboperação F3-MPV: Retirar clip do canal de cabos e fita da rosca do cinto do pilar C esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação F3 = 5,22 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Remove com <i>handtool</i> fita de mascaramento da rosca do cinto do pilar C do cinto de segurança	ZB1	1	03
Pega no alicate	HA2	1	03
Remove clip do canal de cabos do pilar C com alicate	ZD	2	03
Coloca alicate no bolso	PA2	1	03
Coloca fita e clip em local apropriado	PB2	1	03

Tabela A87 – Suboperação F4 do posto de trabalho F


Suboperação F4-MPV: Retirar fita da corredeira		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação F4 = 19,62 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até porta traseira do carro	KA	2	04
Remove fita de mascaramento da corredeira inferior	ZB1	18	01
Movimentos adicionais e coloca fita em local apropriado	AA2	9	01

Tabela A88 – Suboperação F5 do posto de trabalho F


Suboperação F5-MPV: Colar anilhas autocolantes na corrediça da porta esquerda		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação F5 = 17,46 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até porta traseira do carro	KA	2	04
Pega em 7 anilhas autocolantes e coloca na furação da <i>sliding door</i>	AC2	7	00
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04

Tabela A89 – Suboperação F6 do posto de trabalho F



Suboperação F6-MPV: Colocar elástico por baixo do farolim traseiro esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação F6 = 2,70 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega em 1 elástico e coloca por baixo do farolim traseiro esquerdo	AC2	1	01
Movimentos adicionais	ZD	1	01

Tabela A90 – Suboperação F7 do posto de trabalho F

Sub-operação F7-Scirocco: Colocar <i>E-Box</i> no braço do <i>conveyor</i>		Zona de operação no PPP	Tempo sub-operação F6 = 5,22 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	4	04
Pega na <i>E-box</i> e coloca no <i>conveyor</i>	AB2	1	03

Anexo 11. Posto de trabalho G

Tabela A91 – Suboperação G1 do posto de trabalho G

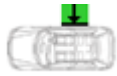
Suboperação G1-MPV: Retirar fita de mascaramento das roscas dos bancos traseiro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação G1 = 5,40 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao carro	KA	2	04
Remove 2 fitas de mascaramento das roscas dos bancos traseiros com raspadeira	ZB1	2	01
	ZD	2	01
Coloca <i>handtool</i> no bolso	PA2	1	03
Coloca fita em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A92 – Suboperação G2 do posto de trabalho G


Suboperação G2-MPV: Retirar clip do canal de cabos e fita da rosca do cinto do pilar C esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação G2 = 5,22 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Remove com <i>handtool</i> fita de mascaramento da rosca do cinto do pilar C do cinto de segurança	ZB1	1	03
Pega no alicate	HA2	1	03
Remove clip do canal de cabos do pilar C com alicate	ZD	2	03
Coloca alicate no bolso	PA2	1	03
Coloca fita e clip em local apropriado	PB2	1	03

Tabela A93 – Suboperação G3 do posto de trabalho G

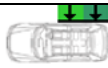

Suboperação G3-MPV: Retirar fita da corredeira		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação G3 = 19,62 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até porta traseira do carro	KA	2	04
Remove fita de mascaramento da corredeira inferior	ZB1	18	01
Movimentos adicionais e coloca fita em local apropriado	AA2	9	01

Tabela A94 – Suboperação G4 do posto de trabalho G

Suboperação G4-MPV: Colar anilhas autocolantes na corredeira da porta direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação G4 = 17,46 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até porta traseira do carro	KA	2	04
Pega em 7 anilhas autocolantes e coloca na furação da <i>sliding door</i>	AC2	7	00
Desloca-se à <i>rack</i>	KA	2	04

Anexo 12. Posto de trabalho H

Tabela A95 – Suboperação H1 do posto de trabalho H


Suboperação H1-MPV: Retirar proteção <i>fender</i> esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H1 = 6,30 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	2	04
Retira proteção do <i>fender</i> esquerdo	AC2	1	01
	ZD	1	01
Desloca-se à <i>rack</i> de retorno e coloca proteção	KA	2	04

Tabela A96 – Suboperação H2 do posto de trabalho H


Suboperação H2-MPV: Retirar proteções do lado esquerdo: embaladeira traseira, pilar B e pilar C		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H2 = 16,56 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	8	04
Retira proteção do pilar B esquerdo e coloca na <i>rack</i>	AC3	1	01
Retira proteção da embaladeira traseira esquerda e coloca na <i>rack</i>	AC3	1	01
Retira fitas	ZB1	1	01
Retira proteção pilar C esquerdo e coloca na <i>rack</i>	AC3	1	01
Movimentos adicionais	ZD	1	01
Coloca fitas em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A97 – Suboperação H3 do posto de trabalho H


Suboperação H3-MPV: Retirar proteção do <i>fender</i> direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H3 = 11,70 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	5	04
Retira proteção do <i>fender</i> direito	AC2	1	01
	ZD	1	01
Desloca-se à <i>rack</i> de retorno e coloca proteção	KA	5	04

Tabela A98 – Suboperação H4 do posto de trabalho H


Suboperação H4-MPV: Retirar proteções do lado direito: embaladeira traseira, pilar B e pilar C		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H4 = 16,56 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	8	04
Retira proteção do pilar B esquerdo e coloca na <i>rack</i>	AC3	1	01
Retira proteção da embaladeira traseira esquerda e coloca na <i>rack</i>	AC3	1	01
Retira fitas	ZB1	1	01
Retira proteção pilar C esquerdo e coloca na <i>rack</i>	AC3	1	01
Movimentos adicionais	ZD	1	01
Coloca fitas em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A99 – Suboperação H5 do posto de trabalho H


Suboperação H5-MPV: Retirar <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H5 = 3,24 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	1	04
Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro	ZB1	1	03
Retira <i>label</i> do <i>wrap guard</i>	AB2	1	03
Coloca <i>label</i> em local apropriado e <i>wrap guard</i> na <i>rack</i> de retorno	PA1	1	03

Tabela A100 – Suboperação H6 do posto de trabalho H


Suboperação H6-MPV: Retirar <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H6 = 3,24 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	1	04
Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro	ZB1	1	03
Retira <i>label</i> do <i>wrap guard</i>	AB2	1	03
Coloca <i>label</i> em local apropriado e <i>wrap guard</i> na <i>rack</i> de retorno	PA1	1	03

Tabela A101 – Suboperação H7 do posto de trabalho H


Suboperação H7-Scirocco: Retirar proteção <i>fender</i> esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H7 = 5,58 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	2	04
Retira proteção do <i>fender</i> esquerdo	AC2	1	01
Desloca-se à <i>rack</i> de retorno e coloca proteção	KA	2	04

Tabela A102 – Suboperação H8 do posto de trabalho H


Suboperação H8-Scirocco: Retirar proteção do <i>fender</i> direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H8 = 10,98 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao carro	KA	5	04
Retira proteção do <i>fender</i> direito	AC2	1	01
Desloca-se à <i>rack</i> de retorno e coloca proteção	KA	5	04

Tabela A103 – Suboperação H9 do posto de trabalho H



Suboperação H9-Scirocco: Retirar película do vidro lateral traseiro direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H9 = 2,52 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Retira película do vidro e coloca no lixo	AC3	1	03

Tabela A104 – Suboperação H10 do posto de trabalho H

Suboperação H10-Scirocco: Retirar película do vidro lateral traseiro esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação H10 = 2,52 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Retira película do vidro e coloca no lixo	AC3	1	03

Anexo 13. Posto de trabalho I

Tabela A105 – Suboperação I1 do posto de trabalho H


Suboperação I1-MPV: Retirar <i>wrap guard</i> do fender direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I1 = 3,24 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao carro	KA	1	04
Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> frontal direito	ZB1	1	03
Retirar <i>label</i> do <i>wrap guard</i>	AB2	1	03
Colocar a <i>label</i> em local apropriado e <i>wrap guard</i> na <i>rack</i> de retorno	PA1	1	03

Tabela A106 – Suboperação I2 do posto de trabalho I


Suboperação I2-MPV: Retirar proteções embaladeira frontal direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I2 = 13,32 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao carro	KA	8	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Retira proteção da embaladeira frontal	AC3	1	01
Retira fitas da proteção	ZB1	2	01
Movimentos adicionais	ZD	2	01
Fecha a porta do carro	ZB1	1	03
Coloca fitas em local apropriado e coloca proteção na <i>rack</i> de retorno	PA2	1	03

Tabela A107 – Suboperação I3 do posto de trabalho I

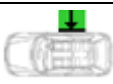
Suboperação I3-MPV: Retirar proteções dos bancos traseiros		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I3 = 10,08 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à porta traseira	KA	2	04
Abre a porta traseira direita	ZB1	1	03
Retira 3 proteções dos bancos traseiros e coloca na <i>rack</i>	AC3	3	01
Fecha a porta	ZB1	1	03

Tabela A108 – Suboperação I4 do posto de trabalho I


Suboperação I4-MPV: Retirar fita do vidro lateral traseiro direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I4 = 3,42 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à janela lateral traseira do carro	KA	1	04
Remove fita e coloca em local apropriado	AC3	1	03

Tabela A109 – Suboperação I5 do posto de trabalho I


Suboperação I5-MPV: Retirar fita debaixo do farolim direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I5 = 2,52 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Remove fita debaixo do farolim traseiro direito	ZB1	5	03
Colocar fita em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A110 – Suboperação I6 do posto de trabalho I


Suboperação I6-MPV: Retirar fita debaixo do farolim esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I6 = 2,52 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Remove fita debaixo do farolim traseiro direito	ZB1	5	03
Colocar fita em local apropriado	PA2	1	03

Tabela A111 – Suboperação I7 do posto de trabalho I


Suboperação I7-MPV: Retirar fita do vidro lateral traseiro esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I7 = 3,42 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até à janela lateral traseira do carro	KA	1	04
Remove fita e coloca em local apropriado	AC3	1	03

Tabela A112 – Suboperação I8 do posto de trabalho I

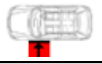
Suboperação I8-MPV: Retirar proteções embaladeira frontal esquerda		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I8 = 13,32 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	8	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Retirar proteção da embaladeira frontal	AC3	1	01
Retira fitas da proteção	ZB1	2	01
Movimentos adicionais	ZD	2	01
Fecha a porta do carro	ZB1	1	03
Coloca fitas em local apropriado e coloca proteção na rack de retorno	PA2	1	03

Tabela A113 – Suboperação I9 do posto de trabalho I


Suboperação I9-MPV: Retirar <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I9 = 3,24 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	1	04
Retira <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> frontal esquerdo	ZB1	1	03
Retirar <i>label</i> do <i>wrap guard</i>	AB2	1	03
Colocar a <i>label</i> em local apropriado e <i>wrap guard</i> na <i>rack</i> de retorno	PA1	1	03

Tabela A114 – Suboperação I10 do posto de trabalho I


Suboperação I10-Scirocco: Retirar proteções embaladeira frontal direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I10 = 3,60 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao carro	KA	1	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Retirar proteção da embaladeira frontal e coloca dentro do carro	AC2	1	03
Fecha a porta do carro	ZB1	1	03

Tabela A115 – Suboperação I11 do posto de trabalho I


Suboperação I11-Scirocco: Retirar <i>wrap guard</i> que está acima do puxador da porta direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I11 = 2,88 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	1	04
Remove <i>wrap guard</i> e colocar na <i>rack</i> de retorno	AC2	1	03

Tabela A116 – Suboperação I12 do posto de trabalho I


Suboperação I12-Scirocco: Retirar <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I12 = 3,24 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	1	04
Remove <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro direito	ZB1	1	03
Retira <i>label</i> do <i>wrap guard</i>	AB2	1	03
Coloca <i>label</i> em local próprio e <i>wrap guard</i> na <i>rack</i> de retorno	PA1	1	03

Tabela A117 – Suboperação I13 do posto de trabalho I


Suboperação I13-Scirocco: Retirar <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I13 = 3,24 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	1	04
Remove <i>wrap guard</i> do <i>fender</i> traseiro esquerdo	ZB1	1	03
Retira <i>label</i> do <i>wrap guard</i>	AB2	1	03
Coloca <i>label</i> em local próprio e <i>wrap guard</i> na <i>rack</i> de retorno	PA1	1	03

Tabela A118 – Suboperação do posto de trabalho I



Suboperação I14-Scirocco: Retirar <i>wrap guard</i> que está acima do puxador da porta direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I14 = 2,88 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	1	04
Remove <i>wrap guard</i> e colocar na <i>rack</i> de retorno	AC2	1	03

Tabela A119 – Suboperação I15 do posto de trabalho I

Suboperação I15-Scirocco: Retirar proteções embaladeira frontal direita		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação I15 = 3,60 segundos
			
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao carro	KA	1	04
Abre a porta	ZB1	1	03
Retirar proteção da embaladeira frontal e coloca dentro do carro	AC2	1	03
Fecha a porta do carro	ZB1	1	03

Anexo 14. Posto de trabalho J

Tabela A120 – Suboperação J1 do posto de trabalho J

Suboperação J1: Transporte de <i>racks</i> da zona A para a zona F (lado direito das estações de trabalho)		Tempo suboperação J1 = 6,93 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Sair da bicicleta de transporte	KC	1	03
Retira as 2 <i>racks</i> cheias da bicicleta	ZB1	1	03
Separa as 2 <i>racks</i> cheias	ZB1	1	03
Empurra <i>rack</i> 1 cheio até à estação 1	KA	5	04
Posiciona <i>rack</i> 1 cheio no posto de trabalho	PB2	1	03
Retira <i>rack</i> 1' vazia da estação 1 para a bicicleta	KA	5	04
Empurra <i>rack</i> 2 cheia para a estação 1	KA	5	04
Posiciona <i>rack</i> 2 cheia no posto de trabalho	PB2	1	03
Retira <i>rack</i> 2' vazia da estação 1 para a bicicleta	KA	5	04
Unir <i>rack</i> 1' com <i>rack</i> 2'	ZB2	1	03
Prender <i>racks</i> vazias na bicicleta	ZB1	1	03
Subir para a bicicleta	KC	1	03
Transportar <i>racks</i> vazia da estação 1 da zona A para a estação 115 da zona F	PTMIN	5	03
Organizar proteções na <i>racks</i> da estação 115 para serem retiradas	AB2	10	03

Neste caso, com está a ser feito o estudo logístico para o transporte de proteções entre diferentes estações de trabalho. Tem-se:

TMU da suboperação J1 =

$$= 110 \times 1 + 10 \times 2 + 25 \times 5 + 30 \times 1 + 25 \times 10 + 30 \times 1 + 25 \times 5 + 30 \times 1 + 0 \times 1 + \\ + 110 \times 1 + 45 \times 10 = 1290 \text{ TMU}$$

$$\text{Tempo suboperação J1} = 1290 \times 0,036 + 5 \times 60 = 346,44 \text{ segundos}$$

Como para este estudo é sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que as racks fazem o transporte em cada volta de proteções para 50 carros, é necessário fazer o cálculo:

$$\text{Tempo suboperação J1} = \frac{346,44}{50} = 6,93 \text{ segundos}$$

Tabela A121 – Suboperação J2 do posto de trabalho J

Suboperação J2: Transporte de <i>racks</i> da zona F para a zona A (lado direito das estações de trabalho)		Tempo suboperação J2 = 6,62 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Sair da bicicleta de transporte	KC	1	03
Retira as 2 <i>racks</i> cheias da bicicleta	ZB1	1	03
Separa as 2 <i>racks</i> vazias	ZB1	1	03
Empurra <i>rack</i> 1' vazia até à estação 115	KA	6	04
Posiciona <i>rack</i> 1' vazia no posto de trabalho	PB2	1	03
Retira <i>rack</i> 1 cheia da estação 115 para a bicicleta	KA	5	04
Empurra <i>rack</i> 2' vazia para a estação 115	KA	5	04
Posiciona <i>rack</i> 2' vazia no posto de trabalho	PB2	1	03
Retira <i>rack</i> 2 cheia da estação 115 para a bicicleta	KA	5	04
Unir <i>rack</i> 1 com <i>rack</i> 2	ZB2	1	03
Prender <i>racks</i> cheias na bicicleta	ZB1	1	03
Subir para a bicicleta	KC	1	03
Transportar <i>racks</i> cheias da estação 115 da zona F para a estação 1 da zona A	PTMIN	5	03

Tabela A122 – Suboperação J3 do posto de trabalho J

Suboperação J3: Transporte de <i>racks</i> da zona A para a zona F (lado esquerdo das estações de trabalho)		Tempo suboperação J3 = 5,72 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Sair da bicicleta de transporte	KC	1	03
Retira as 2 <i>racks</i> cheias da bicicleta	ZB1	1	03
Separa as 2 <i>racks</i> cheias	ZB1	1	03
Empurra <i>rack</i> 1 cheio até à estação 1	KA	5	04
Posiciona <i>rack</i> 1 cheio no posto de trabalho	PB2	1	03
Retira <i>rack</i> 1' vazia da estação 1 para a bicicleta	KA	5	04
Empurra <i>rack</i> 2 cheia para a estação 1	KA	5	04
Posiciona <i>rack</i> 2 cheia no posto de trabalho	PB2	1	03
Retira <i>rack</i> 2' vazia da estação 1 para a bicicleta	KA	5	04
Unir <i>rack</i> 1' com <i>rack</i> 2'	ZB2	1	03
Prender <i>racks</i> vazias na bicicleta	ZB1	1	03
Subir para a bicicleta	KC	1	03
Transportar <i>racks</i> vazia da estação 1 da zona A para a estação 115 da zona F	PTMIN	4	03
Organizar proteções na <i>racks</i> da estação 115 para serem retiradas	AB2	10	03

Tabela A123 – Suboperação J4 do posto de trabalho J

Suboperação J4: Transporte de <i>racks</i> da zona F para a zona A (lado esquerdo das estações de trabalho)		Tempo suboperação J4 = 5,42 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Sair da bicicleta de transporte	KC	1	03
Retira as 2 <i>racks</i> cheias da bicicleta	ZB1	1	03
Separa as 2 <i>racks</i> vazias	ZB1	1	03
Empurra <i>rack</i> 1' vazia até à estação 115	KA	6	04
Posiciona <i>rack</i> 1' vazia no posto de trabalho	PB2	1	03
Retira <i>rack</i> 1 cheia da estação 115 para a bicicleta	KA	5	04
Empurra <i>rack</i> 2' vazia para a estação 115	KA	5	04
Posiciona <i>rack</i> 2' vazia no posto de trabalho	PB2	1	03
Retira <i>rack</i> 2 cheia da estação 115 para a bicicleta	KA	5	04
Unir <i>rack</i> 1 com <i>rack</i> 2	ZB2	1	03
Prender <i>racks</i> cheias na bicicleta	ZB1	1	03
Subir para a bicicleta	KC	1	03
Transportar <i>racks</i> cheias da estação 115 da zona F para a estação 1 da zona A	PTMIN	4	03

Tabela A124 – Suboperação J5 do posto de trabalho J

Suboperação J5: Rota de recolha de proteções		Tempo suboperação J5 = 15,65 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Operador desloca-se a pé com 1 <i>rack</i> , por várias zonas da linha para recolher proteções	PTMIN	30	04

Tempo suboperação J5 = $30 \times 60 = 1800$ segundos

Como para este estudo é sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que esta rota é feita quatro vezes por turno, ou seja, uma vez a cada 115 carros, é necessário fazer o cálculo:

$$\text{Tempo suboperação J5} = \frac{1800}{115} = 15,65 \text{ segundos}$$

Tabela A125 – Suboperação J6 do posto de trabalho J

Suboperação J6: Desembalar símbolos das rodas dos dois modelos e transportar até a zona E		Tempo suboperação J6 = 6,04 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega na embalagem com símbolos	AB2	1	03
Pega na tesoura	HA2	1	03
Abre a embalagem	ZB1	1	03
Colocar tampas na caixa de transporte	PB2	1	03
Colocar saco no lixo	PA1	1	03
Levar caixa cheia da estação 1 até à estação 84	KA	100/90*	04

*O operador leva uma caixa com capacidade para 90 carros, sendo que se desloca 100 metros entre as duas estações.

Tabela A126 – Suboperação J6 do posto de trabalho J

Suboperação J7: Recortar anilhas da corrediça (suboperação apenas para MPV)		Tempo suboperação J7 = 4,50 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega folha com anilhas	AB2	1/1,5*	03
Pega na tesoura	HA2	1/1,5*	03
Corta folha de anilhas	ZB1	4/1,5*	03
Colocar folha cortada na caixa para transporte	PA2	1/1,5*	03
Levar folhas da estação 1 para estação 27	KA	200/198*	04

*Com este processo é possível efetuar a suboperação na estação 27, para 3 carros.

**O operador leva uma caixa com capacidade para o número de MPV produzidos por turno (198) sendo que se desloca 200 metros entre as duas estações.

Anexo 15. Posto de trabalho K

Tabela A127 – Suboperação K1 do posto de trabalho K

Suboperação K1 - MPV: Colar fitas de velcro do painel do portão		Tempo suboperação K1 = 8,60 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Na estação 123, o operador senta-se no banco de apoio para o efetuar o processo na <i>rack</i> com painéis do portão	KB	2	03
Move-se no banco ao longo do processo	PTSEC	120	04
Pega e posiciona a fita (24 vezes)	AC2	24	03
Colar fita no painel do portão (24 vezes)	ZD	24	03
Garantir a colagem correta	ZB1	48	03

TMU da suboperação K1 = $60 \times 2 + 55 \times 24 + 20 \times 24 + 10 \times 48 = 2400$ TMU

Tempo suboperação K1 = $2400 \times 0,036 + 120 = 206,4$ segundos

Como para este estudo é sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que esta operação é feita, uma vez a cada 24 carros, é necessário fazer o cálculo:

Tempo suboperação K1 = $\frac{206,4}{24} = 8,6$ segundos

Tabela A128 – Suboperação K2 do posto de trabalho K

Suboperação K2 - MPV: Retorno <i>trolley</i> com cabos de bateria		Tempo suboperação K2 = 5,99 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no <i>trolley</i> abastecido na estação 123	AB2	1	03
Transporta <i>trolley</i> cheio para a estação 109	KA	84	04
Coloca <i>trolley</i> abastecido na linha	PB1	1	03
Pega no segundo <i>trolley</i> vazio que se encontra na estação 109	AB2	1	03
Transporta <i>trolley</i> vazio para a estação 123	KA	84	04
Coloca <i>trolley</i> na estação 123	PB1	1	03

TMU da suboperação K2 = $45 \times 1 + 25 \times 84 + 20 \times 1 + 45 \times 1 + 25 \times 84 + 20 \times 1 =$
 $= 4330 \text{ TMU}$

Tempo suboperação K2 = $4330 \times 0,036 = 155,88 \text{ segundos}$

É sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que esta operação é feita, uma vez a cada 26 carros, é necessário fazer o cálculo:

Tempo suboperação K2 = $\frac{155,88}{26} = 5,99 \text{ segundos}$

Tabela A129 – Suboperação K3 do posto de trabalho K

Suboperação K3 - MPV: Abastecer proteções porta traseira		Tempo suboperação K3 = 17,96 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se da estação 97 à 114	KA	102	04
Pega na caixa 1 vazia que está no lado direito da estação 114 e coloca no carro de transporte	AC2	1	03
Ir até ao lado esquerdo da estação 114	KA	10	04
Pega caixa 2 vazia que está no lado esquerdo da estação 114 e coloca no carro de transporte	AC2	1	03
Faz o transporte até à estação 143	KA	30	04
Pega na caixa 1 vazia que está no carro e coloca na <i>rack</i>	AC2	1	03
Pega na caixa 1 cheia da <i>rack</i> e coloca no carro	AC2	1	03
Ir até ao lado esquerdo da estação	KA	10	04
Pega na caixa 2 vazia que está no carro de transporte e coloca na <i>rack</i>	AC2	1	03
Pega na caixa 2 cheia que está na <i>rack</i> e coloca no carro	AC2	1	03
Ir até estação 114	KA	30	04
Pega na caixa 1 cheia que está no carro e coloca na <i>rack</i> da estação 114	AC2	1	03
Pega na caixa 2 cheia que está no carro e coloca na <i>rack</i> da estação 114	AC2	1	03

TMU da suboperação K3 = $25 \times 102 + 55 \times 8 + 25 \times 10 + 25 \times 30 + 25 \times 10 + 25 \times 30 =$
 $= 4990 \text{ TMU}$

Tempo suboperação K3 = $4990 \times 0,036 = 179,64 \text{ segundos}$

É sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que esta operação é feita, uma vez a cada 10 carros, é necessário fazer o cálculo:

$$\text{Tempo suboperação K3} = \frac{179,64}{10} = 17,96 \text{ segundos}$$

Tabela A130 – Suboperação K4 do posto de trabalho K

Suboperação K4 - MPV: Abastecer galgas da corredeira		Tempo suboperação K4 = 2,39 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Na estação 118 verifica o <i>rack</i> e volta à estação 114	KA	24	04
Pega na <i>rack</i> com galgas na estação 114	AC2	1	03
Transporta a <i>rack</i> com galgas até à estação 118	KA	24	04
Retirar o <i>rack</i> vazio que se encontra na estação 118	AC2	1	03
Posiciona a <i>rack</i> com galgas na estação 118	PB2	1	03
Transporta <i>rack</i> vazio para a estação 114	KA	24	04
Posiciona <i>rack</i> vazio na estação 114	PB2	1	03

$$\text{TMU da suboperação K4} = 25 \times 24 + 55 \times 1 + 25 \times 24 + 55 \times 1 + 30 \times 1 + 25 \times 24 + 30 \times 1 = 1970$$

$$\text{Tempo suboperação K4} = 1970 \times 0,036 = 70,92 \text{ segundos}$$

É sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que esta operação é feita, uma vez a cada 30 carros, é necessário fazer o cálculo:

$$\text{Tempo suboperação K4} = \frac{70,92}{30} = 2,39 \text{ segundos}$$

Tabela A131 – Suboperação K5 do posto de trabalho K

Suboperação K5- MPV: Retorno gangas da corredeira		Tempo suboperação K5 = 3,75 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se da estação 92 até à estação 117	KA	150	04
Pega nas gangas e coloca num saco	AB2	4	03
Transporta saco até à estação 8 – Zona G	KA	80	04
Coloca gangas na caixa que se encontra na linha	PB2	4	03

TMU da suboperação K5 = $25 \times 150 + 45 \times 4 + 25 \times 80 + 30 \times 4 = 6050$

Tempo suboperação K5 = $6050 \times 0,036 = 217,8$ segundos

É sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que esta operação é feita, uma vez a cada 58 carros, é necessário fazer o cálculo:

$$\text{Tempo suboperação K5} = \frac{217,8}{58} = 3,75 \text{ segundos}$$

Tabela A132 – Suboperação K6 do posto de trabalho K

Suboperação K6 - <i>Scirocco</i> : Cortar <i>rib</i> no <i>cowl top</i>		Tempo suboperação K6 = 2,34 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Na estação 111, pega no alicate	HA1	1	03
Pega no <i>cowl top</i>	AA1	1	03
Corta <i>rib</i> no <i>cowl top</i>	AA1	1	03

Tabela A133 – Suboperação K7 do posto de trabalho K

Suboperação K7 - <i>Scirocco</i> : Retorno de galgas do vidro/cinto traseiro		Tempo suboperação K7 = 9,00 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Da estação 111 desloca-se até à estação 107	KA	24	04
Pega nas galgas	AB2	12	03
Desloca-se até à estação 97	KA	60	04
Coloca galgas na <i>rack</i>	PB2	12	03

TMU da suboperação K7 = $25 \times 24 + 45 \times 12 + 25 \times 60 + 30 \times 12 = 3000 \text{ TMU}$

Tempo suboperação K7 = $3000 \times 0,036 = 108 \text{ segundos}$

É sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que esta operação é feita, uma vez a cada 12 carros, é necessário fazer o cálculo:

$$\text{Tempo suboperação K5} = \frac{108}{12} = 9,00 \text{ segundos}$$

Tabela A134 – Suboperação K8 do posto de trabalho K

Suboperação K8 – <i>Scirocco</i> / MPV: Retorno de galgas <i>headlining</i> / batentes óculo traseiro / <i>handtool</i> fixação <i>headlining</i>		Tempo suboperação K7 = 23,27 segundos	
Descrição	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Na estação 114, operador pega nas galgas <i>headlining Scirocco</i> e coloca no saco	AC2	4	03
Desloca-se até estação à 118	KA	24	04
Pega na caixa com batentes do óculo traseiro do <i>Scirocco</i> na estação 118	AC2	1	03
Desloca-se até estação 93	KA	150	04
Coloca caixa com batentes do óculo traseiro do <i>Scirocco</i> na estação 93	PB2	1	03
Desloca-se até estação 92	KA	6	04
Pega no <i>rack</i> cheio com <i>handtool</i> de fixação <i>headlining</i> do MPV na estação 92	AB2	1	03
Transporta <i>rack</i> até estação 87	KA	30	04
Coloca <i>rack</i> na estação 87	PB1	1	03
Coloca caixa com batentes do oculo traseiro do <i>Scirocco</i> na estação 87	PB2	1	03
Pega no <i>rack</i> vazio com <i>handtool</i> de fixação <i>headlining</i> do MPV na estação 87	AB2	1	03
Transporta o <i>rack</i> até estação 92	KA	30	04
Posiciona <i>rack</i> na estação 92	PB1	1	03

TMU da suboperação K8 = $55 \times 4 + 25 \times 24 + 55 \times 1 + 25 \times 150 + 30 \times 1 + 25 \times 6 + 45 \times 1 + 25 \times 30 + 20 \times 1 + 30 \times 1 + 45 \times 1 + 25 \times 30 + 20 \times 1 = 6465$

Tempo suboperação K8 = $6465 \times 0,036 = 232,74 \text{ segundos}$

É sempre necessário o tempo de suboperação por carro produzido, tendo em conta que esta operação é feita, uma vez a cada 10 carros, é necessário fazer o cálculo:

$$\text{Tempo suboperação K8} = \frac{232,74}{10} = 23,27 \text{ segundos}$$

Anexo 16. Posto de trabalho EA

Tabela A135 – Suboperação EA1 do posto de trabalho EA

Suboperação EA1 – MPV: Deslocamentos para pegar <i>full body cover</i>		Tempo suboperação EA1 = $52,80 \times 13,05\% = 6,89$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Média de deslocamentos nas estações	KA	$\frac{420 \times 2}{18} = 46,67$	04
Média de deslocamentos nas racks	KA	$\frac{24}{2} = 12$	04

Tabela A136 – Suboperação EA2 do posto de trabalho EA


Suboperação EA2 – MPV: Proteção do capot – lado direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA2 = $41,48 \times 13,05\% = 5,41$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abre o capot	AH3	1	03
Coloca proteção no capot	PTSEC	39,5	00

Tabela A137 – Suboperação EA3 do posto de trabalho EA


Suboperação EA3 – MPV: <i>Full body cover</i> no lado frontal direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA3 = $37,70 \times 13,05\% = 4,92$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona capa frente do carro	PTSEC	12,3	00
Coloca capa frente do carro	PTSEC	18,4	00
Faz ajustamento da capa	PTSEC	3	00
Faz ajustamento no <i>fender</i>	PTSEC	4	00

Tabela A138 – Suboperação EA4 do posto de trabalho EA


Suboperação EA4 – MPV: <i>Full body cover</i> no lado traseiro direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA4 = $35,38 \times 13,05\%$ = 4,61 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca capa na parte traseira do carro	PTSEC	9	00
Coloca elásticos na parte traseira	PTSEC	4	00
Ajusta capa no fender traseiro	PTSEC	13,2	00
Desloca-se até ao <i>capot</i>	KA	8	04
Fecha <i>capot</i>	AH3	1	00

Tabela A139 – Suboperação EA5 do posto de trabalho EA

Suboperação EA5 – MPV: <i>Full body cover</i> , subida do elevador		Tempo suboperação EA5 = $25,50 \times 13,05\%$ = 3,32 segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Tempo espera que o levador suba	PTSEC	25,5	01

Tabela A140 – Suboperação EA6 do posto de trabalho EA


Suboperação EA6 – MPV: <i>Full body cover</i> , colocação da proteção debaixo do carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA6 = $29,30 \times 13,05\%$ = 3,82 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca elásticos debaixo do carro	PTSEC	24,3	00
Ajustamentos adicionais da capa no <i>fender</i>	PTSEC	5	00

Tabela A141 – Suboperação EA7 do posto de trabalho EA

Suboperação EA7 – MPV: <i>Full body cover</i> , descida do elevador		Tempo suboperação EA7 = $35,80 \times 13,05\% = 4,67$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao botão de acionamento do elevador	KA	8	04
Pressiona botão	BA2	1	01
Tempo de espera que elevador baixe	PTSEC	25	01
Desloca-se ao carro	KA	3	04

Tabela A142 – Suboperação EA8 do posto de trabalho EA


Suboperação EA8 – MPV: <i>Full body cover</i> , colar a capa no vidro da frente		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EA8 = $18,00 \times 13,05\% = 2,35$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca fita na parte superior do vidro	PTSEC	5	00
Coloca fita lateral no vidro	PTSEC	5	00
Movimentos adicionais para colar a proteção	PTSEC	8	00

Tabela A143 – Suboperação EA9 do posto de trabalho EA


Suboperação EA9 – MPV: <i>Full body cover</i> , abertura da capa na zona da porta		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EA9 = $18,50 \times 13,05\% = 2,41$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abertura do fecho da capa (porta do condutor)	PTSEC	5	01
Enrola a capa	PTSEC	13,5	01

Tabela A144 – Suboperação EA10 do posto de trabalho EA


Suboperação EA10 – MPV: <i>Full body cover</i> , abertura da capa na zona da porta		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EA10 = $16,12 \times 13,05\% = 2,10$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no puxador e abre a porta	AC3	1	03
Protege o pilar A com a cap	PTSEC	5	01
Protege a embaladeira	PTSEC	5	01
Fecha a porta	AH2	1	03
Fecha o capot	AH3	1	03

Tabela A145 – Suboperação EA11 do posto de trabalho EA

Suboperação EA11 – Scirocco: Deslocamentos para pegar <i>full body cover</i>		Tempo suboperação EA11 = $52,80 \times 1,15\% = 0,60$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Média de deslocamentos nas estações	KA	$\frac{420 \times 2}{18} = 46,67$	04
Média de deslocamentos nas racks	KA	$\frac{24}{2} = 12$	04

Tabela A146 – Suboperação EA12 do posto de trabalho EA


Suboperação EA12 – Scirocco: Proteção do capot – lado direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA12 = $23,98 \times 1,15\% = 0,28$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abre o capot	AH3	1	03
Coloca proteção no capot	PTSEC	22	00

Tabela A147 – Suboperação EA13 do posto de trabalho EA


Suboperação EA13 – <i>Scirocco</i>: Full body cover no lado frontal direito		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA13 = $43,00 \times 1,15\%$ = 0,49 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona capa frente do carro	PTSEC	18	00
Coloca capa na frente do carro	PTSEC	12	00
Faz ajustamento no <i>fender</i>	PTSEC	13	00

Tabela A148 – Suboperação EA14 do posto de trabalho EA


Suboperação EA14 – <i>Scirocco</i>: Full body cover no lado traseiro direito		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EA14 = $36,00 \times 1,15\%$ = 0,41 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca capa na parte traseira do carro	PTSEC	15	00
Coloca elásticos na parte traseira	PTSEC	11	00
Ajusta capa no fender traseiro	PTSEC	10	00

Tabela A149 – Suboperação EA15 do posto de trabalho EA


Suboperação EA15 – <i>Scirocco</i>: Full body cover no lado traseiro direito		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EA15 = $7,85 \times 1,15\%$ = 0,09 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Corta capa na zona de saída de escape	PTSEC	7,85	00

Tabela A150 – Suboperação EA16 do posto de trabalho EA

Suboperação EA16 – Scirocco: Full body cover, subida do elevador		Tempo suboperação EA16 = $33,10 \times 1,15\% = 0,38$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pressiona botão de acionamento do elevador	BA2	1	01
Desloca-se até ao elevador	KA	8	04
Tempo de espera de subida do elevador	PTSEC	25	01

Tabela A151 – Suboperação EA17 do posto de trabalho EA


Suboperação EA17 – Scirocco: Full body cover, colocação da proteção debaixo do carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA17 = $25,00 \times 1,15\% = 0,29$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca elásticos debaixo do carro	PTSEC	20	00
Ajustamentos adicionais da capa no <i>fender</i>	PTSEC	5	00

Tabela A152 – Suboperação EA18 do posto de trabalho EA

Suboperação EA18 – Scirocco: Full body cover, descida do elevador		Tempo suboperação EA18 = $35,80 \times 1,15\% = 0,41$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao botão de acionamento do elevador	KA	8	04
Pressiona botão	BA2	1	01
Tempo de espera que elevador baixe	PTSEC	25	01
Desloca-se ao carro	KA	3	04

Tabela A153 – Suboperação EA19 do posto de trabalho EA


Suboperação EA19 – Scirocco: Full body cover, colar a capa no vidro da frente		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA19 = $26,00 \times 1,15\%$ = 0,30 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca fita na parte superior do vidro	PTSEC	10	00
Coloca fita lateral no vidro	PTSEC	10	00
Movimentos adicionais para colar a proteção	PTSEC	6	00

Tabela A154 – Suboperação EA20 do posto de trabalho EA



Suboperação EA20 – Scirocco: Full body cover, abertura da capa na zona da porta		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EA20 = $27,00 \times 1,15\%$ = 0,31 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abertura do fecho da capa (porta do condutor)	PTSEC	5	01
Enrola a capa	PTSEC	12	01
Cola a proteção no vidro traseiro	PTSEC	10	00

Tabela A155 – Suboperação EA21 do posto de trabalho EA

Suboperação EA21 – Scirocco: Full body cover, abertura da capa na zona da porta		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EA21 = $25,22 \times 1,15\%$ = 0,29 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no puxador e abre a porta	AC3	1	03
Protege o pilar A com a capa	PTSEC	5	01
Protege a embaladeira	PTSEC	15	01
Fecha a porta	AH2	1	03
Fecha o capot	AH3	1	03

Anexo 17. Posto de trabalho EB

Tabela A156 – Suboperação EB1 do posto de trabalho EB


Suboperação EB1 – MPV: Proteção do capot – lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB1 = $39,50 \times 13,05\%$ = 5,15 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca proteção no capot	PTSEC	39,5	00

Tabela A157 – Suboperação EB2 do posto de trabalho EB


Suboperação EB2 – MPV: <i>Full body cover</i> no lado frontal esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB2 = $37,70 \times 13,05\%$ = 4,92 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona capa frente do carro	PTSEC	12,3	00
Coloca capa frente do carro	PTSEC	18,4	00
Faz ajustamento da capa	PTSEC	3	00
Faz ajustamento no <i>fender</i>	PTSEC	4	00

Tabela A158 – Suboperação EB3 do posto de trabalho EB


Suboperação EB3 – MPV: <i>Full body cover</i> no lado traseiro esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EA4 = $26,20 \times 13,05\%$ = 3,42 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca capa na parte traseira do carro	PTSEC	9	00
Coloca elásticos na parte traseira	PTSEC	4	00
Ajusta capa no fender traseiro	PTSEC	13,2	00

Tabela A159 – Suboperação EB4 do posto de trabalho EB

Suboperação EB4 – MPV: Full body cover , subida do elevador		Tempo suboperação EB4 = $36,30 \times 13,05\% = 4,74$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se até ao elevador	KA	8	04
Aciona botão do elevador	BA2	1	01
Tempo espera que o levador suba	PTSEC	25,5	01
Desloca-se ao carro	KA	3	04

Tabela A160 – Suboperação EB5 do posto de trabalho EB


Suboperação EB5 – MPV: Full body cover , colocação da proteção debaixo do carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB5 = $29,30 \times 13,05\% = 3,82$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca elásticos debaixo do carro	PTSEC	24,3	00
Ajustamentos adicionais da capa no <i>fender</i>	PTSEC	5	00

Tabela A161 – SuboperaçãoEB6 do posto de trabalho EB

Suboperação EB6 – MPV: Full body cover , descida do elevador		Tempo suboperação EB6 = $35,80 \times 13,05\% = 4,67$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao botão de acionamento do elevador	KA	8	04
Pressiona botão	BA2	1	01
Tempo de espera que elevador baixe	PTSEC	25	01
Desloca-se ao carro	KA	3	04

Tabela A162 – Suboperação EB7 do posto de trabalho EB


Suboperação EB7 – MPV: Full body cover , colar a capa no vidro da frente		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB7 = $18,00 \times 13,05\% = 2,35$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca fita na parte superior do vidro	PTSEC	5	00
Coloca fita lateral no vidro	PTSEC	5	00
Movimentos adicionais para colar a proteção	PTSEC	8	00

Tabela A163 – Suboperação EB8 do posto de trabalho EB


Suboperação EB8 – MPV: Full body cover , abertura da capa na zona da porta		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB8 = $18,50 \times 13,05\% = 2,41$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abertura do fecho da capa (porta do condutor)	PTSEC	5	01
Enrola a capa	PTSEC	13,5	01

Tabela A164 – Suboperação EB9 do posto de trabalho EB


Suboperação EB9 – MPV: Full body cover , abertura da capa na zona da porta		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EB9 = $16,12 \times 13,05\% = 2,10$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no puxador e abre a porta	AC3	1	03
Protege o pilar A com a capa	PTSEC	5	01
Protege a embaladeira	PTSEC	5	01
Fecha a porta	AH2	1	03
Fecha o capot	AH3	1	03

Tabela A165 – Suboperação EB10 do posto de trabalho EB


Suboperação EB10 – Scirocco: Proteção do capot – lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB10 = $22,00 \times 1,15\% =$ 0,25 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca proteção no capot	PTSEC	22	00

Tabela A166 – Suboperação EB11 do posto de trabalho EB


Suboperação EB11 – Scirocco: Full body cover no lado frontal esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB11 = $43,00 \times 1,15\% =$ 0,49 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona capa frente do carro	PTSEC	18	00
Coloca capa na frente do carro	PTSEC	12	00
Faz ajustamento no fender	PTSEC	13	00

Tabela A167 – Suboperação EB12 do posto de trabalho EB

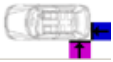
Suboperação EB12 – Scirocco: Full body cover no lado traseiro esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EB12 = $36,00 \times 1,15\% =$ 0,41 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca capa na parte traseira do carro	PTSEC	15	00
Coloca elásticos na parte traseira	PTSEC	11	00
Ajusta capa no fender traseiro	PTSEC	10	00

Tabela A168 – Suboperação EB13 do posto de trabalho EB


Suboperação EB13 – <i>Scirocco</i>: Full body cover no lado traseiro esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EB13 = $7,85 \times 1,15\% = 0,09$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Corta capa na zona de saída de escape	PTSEC	7,85	00

Tabela A169 – Suboperação EB14 do posto de trabalho EB

Suboperação EB14 – <i>Scirocco</i>: Full body cover , subida do elevador		Tempo suboperação EB14 = $25,00 \times 1,15\% = 0,28$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Tempo de espera de subida do elevador	PTSEC	25	01

Tabela A170 – Suboperação EB15 do posto de trabalho EB


Suboperação EB15 – <i>Scirocco</i>: Full body cover , colocação da proteção debaixo do carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB15 = $25,00 \times 1,15\% = 0,29$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca elásticos debaixo do carro	PTSEC	20	00
Ajustamentos adicionais da capa no <i>fender</i>	PTSEC	5	00

Tabela A171 – Suboperação EB16 do posto de trabalho EB

Suboperação EB16 – <i>Scirocco</i>: Full body cover , descida do elevador		Tempo suboperação EB16 = $35,80 \times 1,15\% = 0,41$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se ao botão de acionamento do elevador	KA	8	04
Pressiona botão	BA2	1	01
Tempo de espera que elevador baixe	PTSEC	25	01
Desloca-se ao carro	KA	3	04

Tabela A172 – Suboperação EB17 do posto de trabalho EB


Suboperação EB17 – Scirocco: Full body cover, colar a capa no vidro da frente		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EB17 = $26,00 \times 1,15\%$ = 0,30 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca fita na parte superior do vidro	PTSEC	10	00
Coloca fita lateral no vidro	PTSEC	10	00
Movimentos adicionais para colar a proteção	PTSEC	6	00

Tabela A173 – Suboperação EB18 do posto de trabalho EB



Suboperação EB18 – Scirocco: Full body cover, abertura da capa na zona da porta		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EB18 = $27,00 \times 1,15\%$ = 0,31 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abertura do fecho da capa (porta do condutor)	PTSEC	5	01
Enrola a capa	PTSEC	12	01
Cola a proteção no vidro traseiro	PTSEC	10	00

Tabela A174 – Suboperação EB19 do posto de trabalho EB

Suboperação EB19 – Scirocco: Full body cover, abertura da capa na zona da porta		Zona de operação no PPP	Tempo subop. EB19 = $25,22 \times 1,15\%$ = 0,29 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no puxador e abre a porta	AC3	1	03
Protege o pilar A com a capa	PTSEC	5	01
Protege a embaladeira	PTSEC	15	01
Fecha a porta	AH2	1	03
Fecha o capot	AH3	1	03

Anexo 18. Posto de trabalho EC

Tabela A175 – Suboperação EC1 do posto de trabalho EC


Suboperação EC1 – MPV: Retira proteção do capot – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC1 = $9,50 \times 65,74\%$ = 6,24 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Operador retira proteção na máquina	PTSEC	5	01
Desloca-se até ao capot	KA	5	04

Tabela A176 – Suboperação EC2 do posto de trabalho EC


Suboperação EC2 – MPV: Coloca proteção no capot – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC2 = $29,00 \times 65,74\%$ = 19,06 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca proteção no capot	PTSEC	29	00

Tabela A177 – Suboperação EC3 do posto de trabalho EC


Suboperação EC3 – MPV: Coloca proteção no capot – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC3 = $17,00 \times 65,74\%$ = 11,17 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Corta proteção excedente	PTSEC	5	01
Ajusta proteção nas extremidades do capot	PTSEC	12	01

Tabela A178 – Suboperação EC4 do posto de trabalho EC


Suboperação EC4 – MPV: Coloca proteção no <i>spoiler</i> – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC4 = $39,02 \times 65,74\%$ = 25,65 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega na proteção	AA3	1	01
Tempo de processo	PTSEC	3	01
Desloca-se ao spoiler	KA	5	04
Coloca a proteção no spoiler	PB3	1	00
Faz o espatulamento	PTSEC	8	01
Corta a proteção excedente e espatula	PTSEC	12,9	01
Desloca-se	KA	8	04
Coloco a proteção excedente no lixo	PA1	1	01

Tabela A179 – Suboperação EC5 do posto de trabalho EC


Suboperação EC5 – Scirocco: Coloca proteção no capot – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC5 = $24,17 \times 12,55\%$ = 3,03 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à máquina da proteção	KA	4	04
Operador retira proteção na máquina	PTSEC	8,97	01
Desloca-se até ao <i>capot</i>	KA	4	04
Posiciona a proteção no <i>capot</i>	PTSEC	8	00

Tabela A180 – Suboperação EC6 do posto de trabalho EC


Suboperação EC6 – Scirocco: Coloca proteção no capot – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC6 = $34,06 \times 12,55\%$ = 4,27 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz o corte da proteção excedente e retira	PTSEC	9,6	04
Espatula a proteção no <i>capot</i>	PTSEC	16,9	01
Desloca-se	KA	8	04
Coloca proteção excedente no lixo	PA1	1	01

Tabela A181 – Suboperação EC7 do posto de trabalho EC


Suboperação EC7 – Scirocco: Coloca proteção no teto panorâmico – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC7 = $15,20 \times 2,52\%$ = 0,38 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega na proteção	AB3	1	01
Tempo de processo	PTSEC	6,4	01
Desloca-se	KA	4	04
Posiciona proteção	PC2	1	00
Tempo de processo	PTSEC	1,6	01

Tabela A182 – Suboperação EC8 do posto de trabalho EC


Suboperação EC8 – Scirocco: Coloca proteção no teto panorâmico – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC8 = $47,88 \times 2,52\%$ = 1,20 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz o espatulamento inicial	PTSEC	7,25	01
Faz o corte e espatula	PTSEC	4,13	01
Corta a proteção na zona da antena	PTSEC	5,13	01
Ajusta com a mão	PTSEC	4,75	01
Espatula	PTSEC	26,62	01

Tabela A183 – Suboperação EC9 do posto de trabalho EC


Suboperação EC9 – Scirocco: Coloca proteção no teto panorâmico – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC9 = $48,57 \times 2,52\%$ = 1,22 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz o corte da proteção	PTSEC	15,57	01
Faz o espatulamento final	PTSEC	25,44	01
Desloca-se	KA	8	04
Coloca proteção excedente no lixo	PA1	1	01

Tabela A184 – Suboperação EC10 do posto de trabalho EC


Suboperação EC10 – Scirocco: Retira proteção do teto normal – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC10 = $9,50 \times 12,55\%$ = 1,19 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Retira proteção da máquina	PTSEC	5	01
Desloca-se	KA	5	04

Tabela A185 – Suboperação EC11 do posto de trabalho EC


Suboperação EC11 – Scirocco: Coloca proteção no teto normal – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC11 = $4,84 \times 12,55\%$ = 0,61 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca proteção no teto	PTSEC	4,84	00

Tabela A186 – Suboperação EC12 do posto de trabalho EC


Suboperação EC12 – <i>Scirocco</i>: Coloca proteção no teto normal – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC12 = $79,18 \times 12,55\% = 9,94$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz o corte da proteção na zona da antena	PTSEC	4,87	01
Faz o espatulamento	PTSEC	8	01
Ajusta a proteção na parte traseira	PTSEC	7,37	01
Faz o espatulamento	PTSEC	30,97	01
Corta a proteção excedente	PTSEC	27,97	01

Tabela A187 – Suboperação EC13 do posto de trabalho EC


Suboperação EC13 – <i>Scirocco</i>: Coloca proteção no teto normal – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC13 = $17,24 \times 12,55\% = 2,16$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz o espatulamento final nos cantos do teto e <i>spoiler</i>	PTSEC	9,68	01
Desloca-se	PTSEC	8	04
Coloca proteção excedente no lixo	PTSEC	1	01

Tabela A188 – Suboperação EC14 do posto de trabalho EC



Suboperação EC14 – <i>Scirocco</i>: Coloca proteção na mala – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC14 = $11,10 \times 12,55\% = 1,39$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega na proteção	AA3	1	01
Tempo de processo	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	7	04

Tabela A189 – Suboperação EC15 do posto de trabalho EC

Suboperação EC15 – <i>Scirocco</i>: Coloca proteção na mala – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EC15 = $47,29 \times 12,55\% = 5,93$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Coloca proteção na mala	PB3	1	00
Faz o espatulamento	PTSEC	17,63	01
Corta a proteção e faz o espatulamento final	PTSEC	20,84	01
Desloca-se	KA	8	04
Coloca proteção excedente no lixo	PA1	1	01

Nota: para o posto de trabalho ED não são apresentadas as tabelas de suboperações com o estudo MTM-UAS, uma vez que este posto de trabalho é exatamente simétrico ao posto EC, havendo apenas pequenas variações de tempo de algumas suboperações.

Anexo 19. Posto de trabalho EE

Tabela A190 – Suboperação EE1 do posto de trabalho EE

Suboperação EE1 – MPV: Retira proteção para jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Tempo suboperação EE1 = $5,70 \times 13,05\% = 0,74$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Reira proteção para jante da roda da frente	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	3	04

Tabela A191 – Suboperação EE2 do posto de trabalho EE


Suboperação EE2 – MPV: Posiciona proteção na jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EE2 = $10,78 \times 13,05\% = 1,40$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona proteção na jante	PC3	1	00
Ajoelha-se	KB	1	04
Faz ajustamento da proteção na roda	PTSEC	7	00

Tabela A192 – Suboperação EE3 do posto de trabalho EE


Suboperação EE3 – MPV: Coloca proteção na jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EE3 = $16,16 \times 13,05\% = 2,10$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Corta a proteção	PTSEC	11	01
Ajustamento final	PTSEC	3	00
Endireita-se	KB	1	04

Tabela A193 – Suboperação EE4 do posto de trabalho EE

Suboperação EE4 – MPV: Retira proteção para jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Tempo suboperação EE4 = $15,96 \times 13,05\% = 2,08$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	8	04
Coloca desperdício de proteção no lixo	PA1	1	01
Desloca-se	KA	3	04
Retira a proteção da máquina	PTSEC	3	01
Desloca-se jante traseira	KA	3	04

Tabela A194 – Suboperação EE5 do posto de trabalho EE


Suboperação EE5 – MPV: Posiciona proteção na jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EE5 = $10,78 \times 13,05\% = 1,40$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona proteção na jante	PC3	1	00
Ajoelha-se	KB	1	04
Faz ajustamento da proteção na roda	PTSEC	7	00

Tabela A195 – Suboperação EE6 do posto de trabalho EE


Suboperação EE6 – MPV: Coloca proteção na jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EE6 = $23,27 \times 13,05\% = 3,09$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Corta a proteção	PTSEC	11	01
Ajustamento final	PTSEC	3	00
Endireita-se	KB	1	04
Desloca-se	KA	8	04
Coloca desperdício da proteção no lixo	PA1	1	01

Tabela A196 – Suboperação EE7 do posto de trabalho EE


Suboperação EE7 – MPV: Coloca proteção nas laterais do teto panorâmico – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EE7 = $32,72 \times 73,25\% = 23,96$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Operador pega no rolo de fita	AB3	1	01
Posiciona fita na lateral esquerda do teto	PTSEC	2,91	00
Espatula	PTSEC	9,72	01
Operador corta o excedente da proteção e espatula	PTSEC	10,37	01
Desloca-se	KA	8	04
Coloca proteção excedente no lixo	PA1	1	01

Tabela A197 – Suboperação EE8 do posto de trabalho EE


Suboperação EE8 – MPV: Coloca proteção nas laterais do teto normal – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EE8 = $32,72 \times 73,25\% = 23,96$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Operador pega no rolo de fita	AB3	1	01
Posiciona fita na lateral esquerda do teto	PTSEC	2,91	00
Espatula	PTSEC	9,72	01
Operador corta o excedente da proteção e espatula	PTSEC	10,37	01
Desloca-se	KA	8	04
Coloca proteção excedente no lixo	PA1	1	01

Tabela A198 – Suboperação EE9 do posto de trabalho EE

Suboperação EE9 – MPV: Coloca proteção na frente do teto panorâmico – operador que se encontra no lado esquerdo		Tempo suboperação EE9 = $14,61 \times 20,25\% = 2,96$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	8	04
Operador retira proteção da máquina	PTSEC	4,13	01
Posiciona proteção no teto	PTSEC	3,28	00

Tabela A199 – Suboperação EE10 do posto de trabalho EE


Suboperação EE10 – MPV: Coloca proteção na frente do teto panorâmico – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EE10 = $23,05 \times 20,25\% = 4,66$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz o espatulamento da proteção	PTSEC	7,34	01
Corta proteção excedente e espátula	PTSEC	8,15	01
Desloca-se	KA	8	04
Coloca proteção excedente no lixo	PA1	1	01

Tabela A200 – Suboperação EE11 do posto de trabalho EE


Suboperação EE11 – MPV: Selar as portas		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EE11 = $13,86 \times 73,25\% = 10,15$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se à porta direita	KA	4	04
Retira label e coloca na porta	AB2	1	00
Desloca-se	KA	3	04
Retira label e coloca no portão	AB2	1	00
Desloca-se	KA	3	04
Retira label e coloca na porta	AB2	1	00

Tabela A201 – Suboperação EE12 do posto de trabalho EE

Suboperação EE12 – Scirocco: Retira proteção para jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Tempo suboperação EE12 = $4,80 \times 1,15\% = 0,05$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Reira proteção para jante da roda da frente	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	2	04

Tabela A202 – Suboperação EE13 do posto de trabalho EE


Suboperação EE13 – Scirocco: Posiciona proteção na jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EE13 = $21,78 \times 1,15\% = 0,25$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona proteção na jante	PC3	1	00
Ajoelha-se	KB	1	04
Faz ajustamento da proteção na roda	PTSEC	18	00

Tabela A203 – Suboperação EE14 do posto de trabalho EE


Suboperação EE14 – Scirocco: Coloca proteção na jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EE14 = $17,16 \times 1,15\% = 0,19$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Corta a proteção	PTSEC	10	01
Ajustamento final	PTSEC	5	00
Endireita-se	KB	1	04

Tabela A204 – Suboperação EE15 do posto de trabalho EE

Suboperação EE15 – Scirocco: Retira proteção para jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Tempo suboperação EE15 = $10,56 \times 1,15\% = 0,12$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	3	04
Coloca desperdício de proteção no lixo	PA1	1	01
Desloca-se	KA	2	04
Retira a proteção da máquina	PTSEC	3	01
Desloca-se jante traseira	KA	3	04

Tabela A205 – Suboperação EE16 do posto de trabalho EE



Suboperação EE16 – Scirocco: Posiciona proteção na jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EE16 = $21,78 \times 1,15\% = 0,25$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona proteção na jante	PC3	1	00
Ajoelha-se	KB	1	04
Faz ajustamento da proteção na roda	PTSEC	18	00

Tabela A206 – Suboperação EE17 do posto de trabalho EE

Suboperação EE17 – Scirocco: Coloca proteção na jante (carros mercado especial) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EE17 = $20,22 \times 1,15\% = 0,23$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Corta a proteção	PTSEC	10	01
Ajustamento final	PTSEC	5	00
Endireita-se	KB	1	04
Desloca-se	KA	3	04
Coloca desperdício da proteção no lixo	PA1	1	01

Nota: para o posto de trabalho EF não são apresentadas as tabelas de suboperações com o estudo MTM-UAS, uma vez que este posto de trabalho é exatamente simétrico ao posto EE, havendo apenas pequenas variações de tempo de algumas suboperações.

Anexo 20. Posto de trabalho EG

Tabela A207 – Suboperação EG1 do posto de trabalho EG


Suboperação EG1 – MPV: Coloca proteção em todo o teto (teto normal) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EG1 = $26,73 \times 45,49\%$ = 12,16 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Operador pega na proteção	AB3	1	01
Tempo de processo	PTSEC	4,28	01
Posiciona proteção na frente do teto	PC2	1	00
Faz espatulamento inicial	PTSEC	13,66	01
Desloca-se atrás	KA	2,5	04
Tempo de espera	PTSEC	2,94	01

Tabela A208 – Suboperação EG2 do posto de trabalho EG

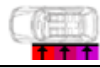
Suboperação EG2 – MPV: Coloca proteção em todo o teto (teto normal) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EG2 = $32,61 \times 45,49\%$ = 14,83 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona proteção no teto	PB3	2	00
Desloca-se á frente	KA	2,5	04
Faz espatulamento	PTSEC	20,97	01
Retira proteção do spoiler e espatula	PTSEC	6,87	01

Tabela A209 – Suboperação EG3 do posto de trabalho EG


Suboperação EG3 – MPV: Coloca proteção em todo o teto (teto panorâmico) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EG3 = $12,31 \times 20,25\%$ = 2,49 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Operador pega na proteção	AB3	1	01
Tempo de processo	PTSEC	6,3	01
Posiciona a proteção	PC2	1	00
Faz espatulamento inicial	PTSEC	2,41	01

Tabela A210 – Suboperação EG4 do posto de trabalho EG



Suboperação EG4 – MPV: Coloca proteção em todo o teto (teto panorâmico) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EG4 = $3,07 \times 20,25\%$ = 0,62 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz o corte e retira a proteção da zona da antena	PTSEC	3,07	01

Tabela A211 – Suboperação EG5 do posto de trabalho EG

Suboperação EG5 – MPV: Coloca proteção em todo o teto (teto panorâmico) – operador que se encontra no lado esquerdo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EG5 = $20,66 \times 20,25\%$ = 4,18 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Ajusta a proteção e faz o corte na zona do <i>spoiler</i>	PTSEC	3,78	01
Faz espatulamento	PTSEC	14	01
Retira proteção do <i>spoiler</i>	ZB3	2	01

Nota: para o posto de trabalho EH não são apresentadas as tabelas de suboperações com o estudo MTM-UAS, uma vez que este posto de trabalho é exatamente simétrico ao posto EG, havendo apenas pequenas variações de tempo de algumas suboperações.

Anexo 21. Posto de trabalho EI

Tabela A212 – Suboperação EI1 do posto de trabalho EI

Suboperação EI1 – MPV: Retira proteção do puxador da porta do condutor		Tempo suboperação EI1 = $6,60 \times 86,30\% = 5,69$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Retira proteção da máquina	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	4	04

Tabela A213 – Suboperação EI2 do posto de trabalho EI


Suboperação EI2 – MPV: Coloca proteção do puxador na porta do condutor		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EI2 = $5,40 \times 86,30\% = 4,66$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona a proteção no puxador	PC1	1	00
Movimentos de colagem da proteção	ZB2	4	00

Tabela A214 – Suboperação EI3 do posto de trabalho EI


Suboperação EI13 – MPV: Coloca proteção no painel de entrada (apenas do lado do condutor)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EI3 = $10,78 \times 73,25\%$ = 7,89 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Retira a proteção	PTSEC	3	01
Abre a porta do condutor	AH3	1	03
Coloca a proteção no painel	PTSEC	4	00

Tabela A215 – Suboperação EI4 do posto de trabalho EI


Suboperação EI4 – MPV: Coloca proteção no painel <i>trim</i> (apenas do lado do condutor)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EI4 = $11,60 \times 73,25\%$ = 8,50 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Retira a proteção	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	2	04
Coloca proteção no painel <i>trim</i>	PTSEC	5	00

Tabela A216 – Suboperação EI5 do posto de trabalho EI


Suboperação EI5 – MPV: Coloca proteção na gaveta interior da porta (apenas do lado do condutor)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EI5 = $13,40 \times 86,30\%$ = 11,56 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	3	04
Retira a proteção	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	3	04
Coloca proteção no painel <i>trim</i>	PTSEC	5	00

Tabela A217 – Suboperação EI6 do posto de trabalho EI

Suboperação EI6 – Scirocco: Retira proteção do puxador da porta do condutor		Tempo suboperação EI1 = $6,60 \times 13,70\% = 0,90$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Retira proteção da máquina	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	4	04

Tabela A218 – Suboperação EI7 do posto de trabalho EI


Suboperação EI7 – Scirocco: Coloca proteção do puxador na porta do condutor		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EI7 = $5,40 \times 13,70\% = 0,74$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Posiciona a proteção no puxador	PC1	1	00
Movimentos de colagem da proteção	ZB2	4	00

Tabela A219 – Suboperação EI8 do posto de trabalho EI


Suboperação EI8 – Scirocco: Coloca proteção no painel de entrada (apenas do lado do condutor)		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EI8 = $10,78 \times 12,55\% = 1,35$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Retira a proteção	PTSEC	3	01
Abre a porta do condutor	AH3	1	03
Coloca a proteção no painel	PTSEC	4	00

Tabela A220 – Suboperação EI9 do posto de trabalho EI



Suboperação EI9 – MPV: Coloca proteção no painel <i>trim</i> (apenas do lado do condutor)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EI9 = $11,60 \times 12,55\% = 1,45$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Retira a proteção	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	2	04
Coloca proteção no painel <i>trim</i>	PTSEC	5	00

Tabela A221 – Suboperação EI10 do posto de trabalho EI

Suboperação EI10 – Scirocco: Coloca proteção na gaveta interior da porta (apenas do lado do condutor)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EI10 = $11,60 \times 13,70\% = 1,59$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Retira a proteção	PTSEC	3	01
Desloca-se	KA	2	04
Coloca proteção no painel <i>trim</i>	PTSEC	5	00

Anexo 22. Posto de trabalho EJ

Tabela A222 – Suboperação EJ1 do posto de trabalho EJ

Suboperação EJ1 – MPV: Deslocamentos <i>SD card</i>		Tempo suboperação EJ1 = $48,30 \times 86,30\% = 41,68$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Média de deslocamentos para leitura <i>label</i> no carro e <i>picking</i> do <i>SD card</i>	KA	$\frac{483 \times 2}{18} = 53,67$	04

Tabela A223 – Suboperação EJ2 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ2 – MPV: Identifica <i>label</i> do carro com <i>scanner</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ2 = $3,70 \times 27,08\% = 1,00$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz leitura com o <i>scanner</i>	HB3	1	80
Leitura do código	PTSEC	1	80

Tabela A224 – Suboperação EJ3 do posto de trabalho EJ

Suboperação EJ3 – MPV: Identifica <i>label</i> do carro com <i>scanner</i>		Tempo suboperação EJ3 = $4,24 \times 27,08\% = 1,15$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz leitura com o <i>scanner</i> na bancada de apoio	HB3	1	80
Leitura do código	PTSEC	1	80
Faz <i>check</i> no monitor	VA	1	80

Tabela A225 – Suboperação EJ4 do posto de trabalho EJ

Suboperação EJ4 – MPV: Pega no <i>SD card</i>		Tempo suboperação EJ4 = $4,26 \times 27,08\% = 1,15$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Espera saída do <i>SD card</i>	PTSEC	3	01
Pega no <i>SD card</i>	AA2	1	01

Tabela A226 – Suboperação EJ5 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ5 – MPV: Coloca <i>SD card</i> no carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ5 = $8,96 \times 27,08\% = 2,43$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abre a mala do carro	AH3	1	03
Coloca <i>SD card</i> no compartimento inferior da bagageira	PTSEC	5	01
Fecha a mala	AH3	1	03

Tabela A227 – Suboperação EJ6 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ6 – MPV: Coloca colete no carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ6 = $10,22 \times 4,18\% = 0,43$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no colete	AA2	1	01
Abre a mala do carro	AH3	1	03
Coloca colete	PTSEC	5	01
Fecha a mala	AH3	1	03

Tabela A228 – Suboperação EJ7 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ7 – MPV: Pegas nas esponjas para exterior do carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ7 = $6,66 \times 86,30\%$ = 5,75 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega nas esponjas	AB2	3	01
Desloca-se ao carro	KA	2	04

Tabela A229 – Suboperação EJ8 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ8 – MPV: Coloca esponja protetora na zona frontal (zona da matricula)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ8 = $7,56 \times 73,25\%$ = 5,53 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Inclina-se	KB	1	04
Posiciona esponja	PC1	1	00
Movimentos para colar a esponja	ZB2	1	00

Tabela A230 – Suboperação EJ9 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ9 – MPV: Coloca esponja protetora extremidade da porta do condutor		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ9 = $7,20 \times 86,30\%$ = 6,21 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Posiciona esponja na porta	PC1	1	00
Movimentos para colar a esponja	ZB2	4	00

Tabela A231 – Suboperação EJ10 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ10 – MPV: Coloca esponja protetora na parte traseira do carro (zona da matrícula)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ10 = $7,20 \times 73,25\%$ = 5,27 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Posiciona esponja na porta	PC1	1	00
Movimentos para colar a esponja	ZB2	4	00

Tabela A232 – Suboperação EJ11 do posto de trabalho EJ

Suboperação EJ11 – Scirocco: Deslocamentos <i>SD card</i>		Tempo suboperação EJ11 = $48,30 \times 13,70\%$ = 6,61 segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Média de deslocamentos para leitura <i>label</i> no carro e <i>picking</i> do <i>SD card</i>	KA	$\frac{483 \times 2}{18} = 53,67$	04

Tabela A233 – Suboperação EJ12 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ12 – Scirocco: Identifica <i>label</i> do carro com <i>scanner</i>		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ12 = $3,70 \times 9,45\%$ = 0,35 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz leitura com o <i>scanner</i>	HB3	1	80
Leitura do código	PTSEC	1	80

Tabela A234 – Suboperação EJ13 do posto de trabalho EJ

Suboperação EJ13 – Scirocco: Identifica <i>label</i> do carro com <i>scanner</i>		Tempo suboperação EJ13 = $4,24 \times 9,45\%$ = 0,40 segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Faz leitura com o <i>scanner</i> na bancada de apoio	HB3	1	80
Leitura do código	PTSEC	1	80
Faz <i>check</i> no monitor	VA	1	80

Tabela A235 – Suboperação EJ14 do posto de trabalho EJ

Suboperação EJ14 – Scirocco: Pega no <i>SD card</i>		Tempo suboperação EJ14 = $4,26 \times 9,40\% = 0,40$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Espera saída do <i>SD card</i>	PTSEC	3	01
Pega no <i>SD card</i>	AA2	1	01

Tabela A236 – Suboperação EJ15 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ15 – Scirocco: Coloca <i>SD card</i> no carro		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EJ15 = $8,96 \times 9,40\% = 0,84$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abre a mala do carro	AH3	1	03
Coloca <i>SD card</i> no compartimento inferior da bagageira	PTSEC	5	01
Fecha a mala	AH3	1	03

Tabela A237 – Suboperação EJ16 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ16 – Scirocco: Coloca colete no carro		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EJ16 = $10,22 \times 0,51\% = 0,05$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega no colete	AA2	1	01
Abre a mala do carro	AH3	1	03
Coloca colete	PTSEC	5	01
Fecha a mala	AH3	1	03

Tabela A238 – Suboperação EJ17 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ17 – Scirocco: Pegas nas esponjas para exterior do carro		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ17 = $6,66 \times 13,70\% = 0,91$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega nas esponjas	AB2	3	01
Desloca-se ao carro	KA	2	04

Tabela A239 – Suboperação EJ18 do posto de trabalho EJ


Suboperação EJ18 – Scirocco: Coloca esponja protetora na zona frontal (zona da matrícula)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ18 = $7,56 \times 12,55\% = 0,95$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Inclina-se	KB	1	04
Posiciona esponja	PC1	1	00
Movimentos para colar a esponja	ZB2	1	00

Tabela A240 – Suboperação EJ19 do posto de trabalho EJ



Suboperação EJ19 – Scirocco: Coloca esponja protetora extremidade da porta do condutor		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ19 = $7,20 \times 13,70\% = 0,98$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Posiciona esponja na porta	PC1	1	00
Movimentos para colar a esponja	ZB2	4	00

Tabela A241 – Suboperação EJ20 do posto de trabalho EJ

Suboperação EJ20 – <i>Scirocco</i>: Coloca esponja protetora na parte traseira do carro (zona da matrícula)		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EJ20 = $7,20 \times 12,55\%$ = 0,90 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Desloca-se	KA	2	04
Posiciona esponja na porta	PC1	1	00
Movimentos para colar a esponja	ZB2	4	00

Anexo 23. Posto de trabalho EK

Tabela A242 – Suboperação EK1 do posto de trabalho EK

Suboperação EK1 – MPV: Pega nas escovas <i>dummies</i> nos veículos para mercado especial		Tempo suboperação EK1 = $5,94 \times 13,05\% = 0,78$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega nas <i>dummies</i>	AB2	2	01
Desloca-se ao carro	KA	3	04

Tabela A243 – Suboperação EK2 do posto de trabalho EK


Suboperação EK2 – MPV: Coloca escovas <i>dummies</i> nos veículos para mercado especial		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EK2 = $32 \times 13,05\% = 4,18$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Troca primeira <i>dummie</i>	PTSEC	16	00
Troca segunda <i>dummie</i>	PTSEC	16	00

Tabela A244 – Suboperação EK3 do posto de trabalho EK


Suboperação EK3 – MPV: Coloca escovas originais no saco de opções do veículo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EK3 = $14,40 \times 13,05\% = 1,88$ segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega nas escovas	AB3	1	01
Desloca-se ao portão do carro	KA	8	04
Abre o portão	AH3	1	03
Coloca escovas em cima do saco de opções	PB2	1	01
Fecha o portão	AH3	1	03

Tabela A245 – Suboperação EK4 do posto de trabalho EK

Suboperação EK4 – MPV: Deslocamentos para colocar <i>labels</i>		Tempo suboperação EK4 = $51,90 \times 86,30\% = 44,79$ segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Média de deslocamentos para colocar <i>labels</i>	KA	$\frac{519 \times 2}{18} = 57,67$	04

Tabela A246 – Suboperação EK5 do posto de trabalho EK


Suboperação EK5 – MPV: Verifica VIN <i>number</i> do veículo		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EK5 = $7,16 \times 86,30\% = 6,18$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica VIN <i>number</i> no carro (lado do condutor)	VA	2	80
Verifica VIN na carta	VA	2	80
Tempo de processo	PTSEC	5	01

Tabela A247 – Suboperação EK6 do posto de trabalho EK


Suboperação EK6 – MPV: Colar carta no interior do veículo		Zona de operação no PPP 	Tempo suboperação EK6 = $13,58 \times 86,30\% = 11,72$ segundos
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Colar a carta no interior do vidro da frente	PTSEC	8	01
Desloca-se à traseira do carro	KA	4	04
Abre a mala do carro	AH3	1	03

Tabela A248 – Suboperação EK7 do posto de trabalho EK


Suboperação EK7 – MPV: Colar carta no interior da bagajeira		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EK7 = $6,66 \times 86,30\%$ = 5,75 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abre o compartimento lateral da bagajeira	AD2	1	03
Coloca a carta no interior	PC2	1	01
Fecha o compartimento lateral da bagajeira	AD2	1	03
Fecha a mala do carro	AH3	1	03

Tabela A249 – Suboperação EK8 do posto de trabalho EK

Suboperação EK8 – Scirocco: Pega nas escovas <i>dummies</i> nos veículos para mercado especial		Tempo suboperação EK8 = $5,94 \times 1,15\%$ = 0,07 segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega nas <i>dummies</i>	AB2	2	01
Desloca-se ao carro	KA	3	04

Tabela A250 – Suboperação EK9 do posto de trabalho EK


Suboperação EK9 – Scirocco: Coloca escovas <i>dummies</i> nos veículos para mercado especial		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EK9 = $32,00 \times 1,15\%$ = 0,37 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Troca primeira <i>dummie</i>	PTSEC	16	00
Troca segunda <i>dummie</i>	PTSEC	16	00

Tabela A251 - Suboperação EK10 do posto de trabalho EK


Suboperação EK10 – <i>Scirocco</i>: Coloca escovas originais no saco de opções do veículo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EK10 = $29,40 \times 1,15\%$ = 0,34 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Pega nas escovas	AB3	1	01
Desloca-se ao portão do carro	KA	8	04
Abre o portão	AH3	1	03
Coloca escovas na caixa apropriada	PTSEC	15	01
Coloca escovas em cima do saco de opções	PB2	1	01
Fecha o portão	AH3	1	03

Tabela A252 – Suboperação EK11 do posto de trabalho EK

Suboperação EK11 – <i>Scirocco</i>: Deslocamentos para colocar <i>labels</i>		Tempo suboperação EK11 = $51,90 \times 13,70\%$ = 7,11 segundos	
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Média de deslocamentos para colocar <i>labels</i>	KA	$\frac{519 \times 2}{18} = 57,67$	04

Tabela A253 – Suboperação EK12 do posto de trabalho EK


Suboperação EK12 – <i>Scirocco</i>: Verifica VIN <i>number</i> do veículo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EK12 = $7,16 \times 13,70\%$ = 0,98 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica VIN <i>number</i> no carro (lado do condutor)	VA	2	80
Verifica VIN na carta	VA	2	80
Tempo de processo	PTSEC	5	01

Tabela A254 – Suboperação EK13 do posto de trabalho EK



Suboperação EK13 – <i>Scirocco</i>: Colar carta no interior do veículo		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EK13 = $13,58 \times 13,70\%$ = 1,86 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Colar a carta no interior do vidro da frente	PTSEC	8	01
Desloca-se à traseira do carro	KA	4	04
Abre a mala do carro	AH3	1	03

Tabela A255 – Suboperação EK14 do posto de trabalho EK

Suboperação EK14 – <i>Scirocco</i>: Colar carta no interior da bagajeira		Zona de operação no PPP	Tempo suboperação EK14 = $6,66 \times 13,70\%$ = 0,91 segundos
			
Processo	Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abre o compartimento lateral da bagajeira	AD2	1	03
Coloca a carta no interior	PC2	1	01
Fecha o compartimento lateral da bagajeira	AD2	1	03
Fecha a mala do carro	AH3	1	03

Anexo 24. Posto de trabalho EL

Tabela A256 – Suboperações EL1 e EL11 do posto de trabalho EL

Suboperação EL1	Deslocamentos para preparar o saco de opções	<i>Sharan</i>	Tempo suboperação = 42,00×46,81% = 19,66 segundos	Tempo total EL1 = 36,25 segundos
		<i>Alhambra</i>	Tempo suboperação = 42,00×39,49% = 16,58 segundos	
Suboperação EL11			<i>Scirocco</i>	Tempo suboperação EL11 = 42,00×13,70% = 5,75 segundos
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Média de deslocamentos para preparar o saco de opções		KA	$\frac{420 \times 2}{18} = 46,67$	04

Tabela A257 – Suboperação EL2 e EL12 do posto de trabalho EL

Suboperação EL2	Verificação da carta de opções do veículo	Sharan	Tempo suboperação = 26,78×46,81% = 12,54 segundos	Tempo total EL2 = 23,11 segundos
		Alhambra	Tempo suboperação = 26,78×39,49% = 10,58 segundos	
Suboperação EL12		Scirocco	Tempo suboperação EL12 = 26,78×13,70% = 3,66 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Abre a porta		AC3	1	03
Desloca-se		KA	1	04
Procura carta de opções na carta viajeira		PTSEC	5	01
Pega na carta		AB2	1	01
Coloca carta viajeira na <i>tablier</i>		PB3	1	01
Abre a carta		ZB1	1	01
Carimba		PC1	2	80
Separa a carta		ZA2	1	01

Deixa metade da carta de opções na carta viajeira	PB3	1	01
Verifica a carta	VA	2	80
Desloca-se	KA	1	01
Fecha a porta	AB2	1	03
Desloca-se à mala do veículo	KA	4	04
Abre o portão	AH2	1	03
Pega no saco de opções	AA3	1	01
Abre o saco de opções	ZA2	1	01

Tabela A258 – Suboperação EL3 do posto de trabalho EL

Suboperação EL3	Coloca conjunto de ferramentas no saco de opções	Sharan	Tempo suboperação = 5,58×29,35% = 1,64 segundos	Tempo total EL3 = 3,74 segundos
		Alhambra	Tempo suboperação = 5,58×37,63% = 2,099 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica a carta		VA	2	80
Inclina-se		KB	1	04
Retira conjunto de ferramentas		AE2	1	01
Coloca conjunto de ferramentas no saco de opções		PA1	1	01

Tabela A259 – Suboperação EL13 do posto de trabalho EL

Suboperação EL13	Coloca parafuso de segurança no saco de opções	<i>Scirocco</i>	Tempo suboperação EL13 = $6,48 \times 13,70\% = 0,88$ segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica a carta		VA	2	80
Abre o piso da mala		AE2	1	01
Pega na porca de segurança		AE2	1	1
Posiciona piso		PB2	1	01
Coloca porca de segurança no saco de opções		PA1	1	01

Tabela A260 – Suboperação EL4 e EL14 do posto de trabalho EL

Suboperação EL4	Coloca <i>kit</i> de primeiros socorros no saco de opções	<i>Sharan</i>	Tempo suboperação = 5,04×10,42% = 0,53 segundos	Tempo total EL4 = 0,53 segundos
		<i>Alhambra</i>	Tempo suboperação =5,04×0% = 0 segundos	
Suboperação EL14		<i>Scirocco</i>	Tempo suboperação EL14 = 5,04×1,50% = 0,076 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica a carta		VA	2	80
Abre o compartimento lateral		AD2	1	03
Alcança o <i>kit</i>		PA2	1	01
Retira o <i>kit</i> e coloca no saco de opções		AB2	1	01

Tabela A261 – Suboperação EL5 e EL15 do posto de trabalho EL

Suboperação EL5	Coloca tapetes no saco de opções	Sharan	Tempo suboperação = 9,32×45,93% = 4,28 segundos	Tempo total EL5 = 4,28 segundos
		Alhambra	Tempo suboperação = 9,32×0,03% = 0,003 segundos	
Suboperação EL15		Scirocco	Tempo suboperação EL15 = 9,32×12,04% = 1,12 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica a carta		VA	2	80
Dobra tapetes		ZB2	1	01
Tempo de processo		PTSEC	1	01
Pega nos tapetes e coloca no saco		AB3	1	01

Tabela A262 – Suboperação EL6 do posto de trabalho EL

Suboperação EL6	Coloca recipiente de resíduos no veículo	Sharan	Tempo suboperação = 8,10×44,72% = 3,62 segundos	Tempo total EL6 = 3,62 segundos
		Alhambra	Tempo suboperação = 8,10×0% = 0 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica a carta		VA	2	80
Faz o <i>picking</i> na <i>rack</i>		AB2	1	01
Desloca-se á mala do carro		KA	5	04
Coloca recipiente no saco de opções		PA3	1	01

Tabela A263 – Suboperação EL7 do posto de trabalho EL

Suboperação EL7	Coloca isqueiro de fumador no saco de opções	Sharan	Tempo suboperação = 3,42×33,76% = 1,15 segundos	Tempo total EL7 = 1,73 segundos
		Alhambra	Tempo suboperação = 3,42×16,89% = 0,58 segundos	
Suboperação EL16		Scirocco	Tempo suboperação EL17 = 3,42×3,00% = 0,10 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica a carta		VA	2	80
Retira isqueiro do painel do carro		AB2	1	01
Coloca isqueiro no saco de opções		PA2	1	01

Tabela A264 – Suboperação EL8 do posto de trabalho EL

Suboperação EL8	Coloca manual de bordo do veículo no saco de opções	Sharan	Tempo suboperação = 3,42×46,81% = 1,60 segundos	Tempo total EL8 = 2,95 segundos
		Alhambra	Tempo suboperação = 3,42×39,49 = 1,35 segundos	
Suboperação EL17		Scirocco	Tempo suboperação EL18 = 3,42×13,70% = 0,47 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica a carta		VA	2	80
Pega na caixa do manual		AB2	1	01
Coloca no saco de opções		AB2	1	01

Tabela A265 – Suboperação EL9 e EL18 do posto de trabalho EL

Suboperação EL9	Coloca <i>kit</i> de limpeza do veículo no saco de opções	Sharan	Tempo suboperação = 3,24×17,49% = 0,56 segundos	Tempo total EL9 = 1,02 segundos
		Alhambra	Tempo suboperação = 3,24×14,17% = 0,46 segundos	
Suboperação EL18		Scirocco	Tempo suboperação EL19 = 3,24×5,10% = 0,17 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica a carta		VA	2	80
Pega no <i>kit</i>		AA2	1	01
Coloca no saco de opções		PA3	1	01

Tabela A266 – Suboperação EL10 do posto de trabalho EL

Suboperação EL10	Verifica se o saco de opções está completo	Sharan	Tempo suboperação = 8,46×46,81% = 3,96 segundos	Tempo total EL10 = 7,30 segundos
		Alhambra	Tempo suboperação = 8,46×39,49% = 3,34 segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verifica na carta se o saco está ok		VA	10	80
Colocar carta no saco		PA2	1	01
Posciona saco na bagajeira		PA3	1	01
Fecha o saco de opções		ZB3	1	01

Tabela A267 – Suboperação EL19 do posto de trabalho EL

Suboperação EL19	Verifica se o saco de opções está completo	<i>Scirocco</i>	Tempo suboperação EL20 = $18,96 \times 13,70\% = 2,60$ segundos	
Processo		Código MTM-UAS	Frequência (Nº vezes)	Classificação
Verificar na carta se o saco está completo		PTSEC	15	80
Colocar a carta no saco		PB3	1	01
Posiciona o saco na bagageira		PB3	1	01
Fecha o saco		ZB3	1	01

Anexo 25. Variação da produção

Tabela A268 – Diferenças de produção entre CP8 e área de expedição

Dia	Produção de CP8			Produção da Expedição			Δ	Rejeições (em %)
	Turno A	Turno B	Total dia	Turno A	Turno B	Total dia		
1	234	246	480	217	223	440	40	8,3
2	239	250	489	231	231	462	27	5,5
3	203	222	425	208	207	415	10	2,4
4	257	279	536	231	231	462	74	13,8
5	255	246	501	240	240	480	21	4,2
6	267	241	508	220	216	436	72	14,2
7	273	258	531	233	248	481	50	9,4
8	278	263	541	240	239	479	62	11,5
9	263	237	500	235	226	461	39	7,8
10	248	265	513	240	240	480	33	6,4
11	257	279	536	255	263	518	18	3,4
12	233	258	491	230	230	460	31	6,3
13	256	277	533	230	230	460	73	13,7
14	270	231	501	233	228	461	40	8,0
15	254	250	504	230	230	460	44	8,7
16	241	235	476	230	231	461	15	3,2
17	258	237	495	231	229	460	35	7,1
18	254	247	501	231	229	460	41	8,2
19	251	256	507	230	230	460	47	9,3
20	244	281	525	230	231	461	64	12,2
21	238	249	487	237	224	461	26	5,3
22	248	256	504	230	230	460	44	8,7
23	258	277	535	223	237	460	75	14,0
24	253	266	519	230	231	461	58	11,2
25	272	266	538	230	231	461	77	14,3
26	261	277	538	230	231	461	77	14,3
27	240	255	495	230	233	463	32	6,5
28	266	278	544	231	231	462	82	15,1
29	228	264	492	231	232	463	29	5,9
30	269	277	546	230	232	462	84	15,4
31	248	286	534	231	237	468	66	12,4
32	273	269	542	233	236	469	73	13,5
33	246	246	492	230	240	470	22	4,5
34	234	261	495	231	229	460	35	7,1
35	276	271	547	230	230	460	87	15,9
Total			17901				16198	9,5

Nota: a percentagem de rejeições é obtida através do seguinte cálculo:

$$\text{Rejeições} = 1 - \frac{\text{Produção total expedição}}{\text{Produção total CP8}} \times 100$$